TÜBİTAK

58 yaşında

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Eylül 2025 Yıl 58 Sayı 694 - 39 TL

GLÜTEN

Hamurun kabarmasının ardındaki moleküler hikâye...
Bir protein, birçok etki ve tepki!

TEKNOFEST 2025 Coşkusu

Çip Tasarımı

Biyokütle Uydusundan İlk Görüntüler

Formula 1'in Pilotları ve Pistleri

En Büyük Kütleli Kara Delik Birleşmesi

POSTER EKİ
Kuantum Bilgi

ISSN 1300338001 94

Bilim ve Teknik Eylül 2025 Yıl 58 Sayı 694 GLÜTEN

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır."
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 58 Sayı 694
Eylül 2025

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Orhan Aydın

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Editör
Dr. Tuba Sarıgül

Yayın Danışma Kurulu
Ömer Kökçam
Fatma Başar
Kübra Bal Çetinkaya
Dr. E. Sümeyra Turalı Emre
Prof. Dr. Ersin Göğüş
Dr. Berat Z. Haznedaroğlu
Dr. Yeşim İmamoğlu
Prof. Dr. Raif Kandemir

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Mesut Erol
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş Avcı

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırcı

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

Web-Mobil Uygulama-Sosyal Medya
Dr. Tuba Sarıgül
Rıza Berkay Ayçelebi
İlkim Eda Tonuç
Ebru Yavuz

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
Pınar Kaya

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı
Dergiler Müdürlüğü
Bilim ve Teknik Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı
Başak Matbaacılık Tanıtım Hizmetleri İth.İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

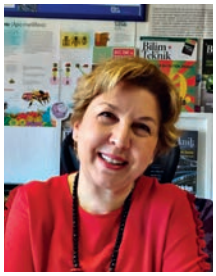
Baskı Tarihi 21.08.2025

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 39 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.



Glüten kelimesini duyduğunuzda ilk aklınıza gelen nedir? Çölyak hastalığı, alerji, glütensiz beslenme, buğday... Aslında glüten bir proteinden çok daha fazlası. Mutfakta başlayan yolculuğu gıda dışı farklı sektörlerde devam ediyor. Birçok gıdanın temel bileşeni olan glüten bazılarımızda çölyak dışında başka ciddi sağlık sorunlarına da neden olabiliyor. Özlem Ak bu ayki yazısında hamurun kabarmasının ardındaki moleküler hikâyeden glütenin kozmetikte kullanılmasına, glütenle bağlantılı rahatsızlıklardan glütensiz beslenmeye kadar geniş bir yelpazede glüten konusunu ele alıyor. Konu ile ilgili önemli gelişmelere değinirken glütene dair tüm kararların bilgiyle, dikkatle ve kişisel sağlık koşulları gözetilerek verilmesi gerektiğini de özellikle vurguluyor.

Dünyanın en büyük Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali TEKNOFEST, 17-21 Eylül tarihlerinde İstanbul Atatürk Havalimanı'nda gerçekleştirilecek. Hayriye Yetiş Avcı, bu senenin yeni teknoloji yarışmalarının detaylarını özetliyor. Bir diğer yazısında da Beşinci Ulusal Arktik Bilimsel Araştırma Seferi sırasında gerçekleştirilen bilimsel çalışmalara değiniyor. Mahir Ocak, biyokütle uydusunun elde ettiği ilk görüntülerin sunduğu bilgilere yer veriyor. İlay Çelik Sezer ise genomun "karanlık maddesi"ni aydınlatmak için geliştirilen yapay zekâ modeli AlphaGenome'un genlerin yanı sıra kodlamayan DNA'daki gizemlerin çözülmesine nasıl yardımcı olacağını anlatıyor. Bu ayki posterimizde kuantum ile ilgili önemli ve temel bilgilere yer veriyoruz.

"Çip Tasarımı", "En Büyük Kütleli Kara Delik Birleşmesi", "Formula 1'in Pilotları ve Pistleri" yazılarımız ile farklı ilgi alanlarına hitap eden *Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum..., Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizi de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Bilim ve Teknik elektronik dergi arşivi (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır (services.tubitak.gov.tr/edergi). Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak, ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için **yayinlar.tubitak.gov.tr** adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr), podcast kanallarını ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Yeni eğitim ve öğretim yılında tüm öğrencilerimize ve öğretmenlerimize başarılar diliyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,

Özlem Kılıç Ekici

ISSN 13003380 94
9 771300 338001

İçindekiler

4
***Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum...**
Özlem Ak

6
Haberler

16
Hayallerin Yükseldiği Yer TEKNOFEST 2025 İstanbul
Hayriye Yetiş Avcı

22
Bilim Çizgi
El-Cezerî
Sinancan Kara

36
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

56
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

58
Biyokütle Uydusundan İlk Görüntüler
Mahir E. Ocak

64
En Büyük Kütleli Kara Delik Birleşmesi Tespit Edildi
Faruk Soydugan

66
Beşinci Ulusal Arktik Bilimsel Araştırma Seferi Tamamlandı
Hayriye Yetiş Avcı

68
Formula 1 Araçlarının Ruhu Pilotlar ve Pistler
Gürkan Caner Birer

24

Bir Proteinden Fazlası: Glüten

Özlem Ak

Glütensiz beslenme herkes için gerçekten gerekli mi? Gelecekte belki de "glütensiz" yerine "glüten uyumlu" bir beslenme anlayışı gelişecek.

76
Dijital Obez miyim? Dijital araçların aşırı kullanımı yaşam memnuniyetimizi azaltıyor!
Bahar Kayıhan

78
Bilim Tarihinden Notlar
Fârâbî'nin Bilimsel Çalışmaları I
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Jeoloji
Dünyanın En Büyük Kristalleri
Raif Kandemir

84
Gökyüzü
Tuba Sarıgül

88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

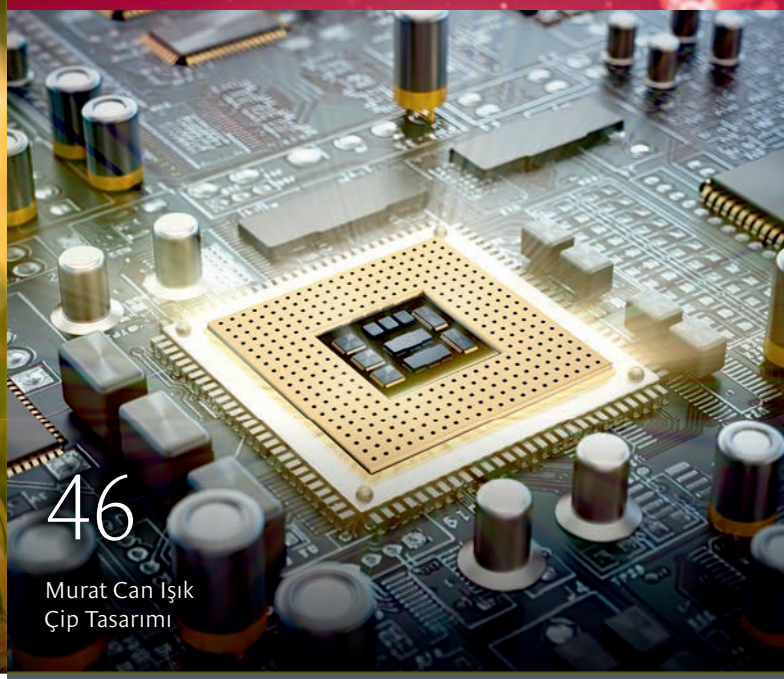
93
Ayın Sorusu
Azer Kerimov

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
Özlem Kılıç Ekici

40

İlay Çelik Sezer
DeepMind'dan Genomun "Karanlık Maddesi"ni Aydınlatmayı Amaçlayan Yapay Zekâ: AlphaGenome



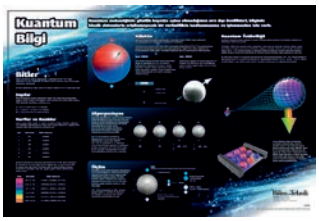
46

Murat Can Işık
Çip Tasarımı

POSTER EKİ

Kuantum Bilgi

Mahir E. Ocak
Hüseyin Diker



Bilim ve Teknik

tubitakbiltek

tubitakbilimteknik

TÜBİTAK Bilim ve Teknik

bilimteknik.tubitak.gov.tr/

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin internet sitesi ve sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

*Dergimize "*Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm, Büyüyorum...", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.*

Elektronik dergi arşivimiz (son dört sayı hariç) herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları sitesinden dergilerimize abone olabilir, hem yeni hem de eski sayılarımızı satın alabilirsiniz.

Bilim ve Teknik podcast programı ile kulağınız her daim bilimde olsun! Podcast içeriklerimizi Spotify, YouTube Music, Apple Podcast ve SoundCloud'dan dinleyebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm, Büyüyorum...

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için mektuplarını gönderebilecekleri adresimizi hatırlatıyoruz: bteknik@tubitak.gov.tr

"Nesiller arası düşünsel gelenek"

Merhaba,

Ailem, dergilerinizin yayınlandığı ilk günden itibaren sizi ilgiyle takip etti. Ben de 8 yaşındayken *Bilim Çocuk* dergisinde mektup arkadaşı arayarak bu serüvene katıldım. O günler, benim için çok kıymetli deneyimlerin başlangıcı oldu. Özellikle kanser, genetik ve çevreyle ilgili güncel bilgiler beni derinden etkiledi. Bugün, jinekolojik onkoloji alanında çalışıyor ve aynı zamanda doktora düzeyinde tıbbi biyoloji eğitimi alıyorum. Doktor olmamda ve bilimsel konulara derinlemesine ilgi duymamda, bu dergilerin bana kazandırdığı altyapının büyük payı olduğunu biliyorum. Hâlâ keyifle okumaya devam ediyorum. Şimdi de çocuğum çok küçük olmasına rağmen, tıpkı benim gibi merakla sizi takip ediyor. Bu nesiller arası düşünsel gelenek bize çok şey kattı. İyi ki varsınız, hep var olun.

Belma Gözde Özdemir

"Ufuk açıyor"

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisine yıllardır aboneyim. *Bilim ve Teknik* dergisi bir teknik öğretmen olarak benim ufkumu açıyor, projelerde ve farklı platformlarda bilgi ve esin kaynağı oluyor. *Bilim ve Teknik* dergisinin yanı sıra TÜBİTAK Kitaplar ve Telif Eserler Müdürlüğü'nün yayımladığı popüler bilim kitapları da çok değerli çalışmalar. Özellikle *Element Kartları* bir öğrenciye hediye edilebilecek çok güzel bir armağan olabilir. Son olarak *Bilim ve Teknik* dergisinin fiyatının çok uygun olduğunu vurgulamak istiyorum.

İyi ki varsın TÜBİTAK.

Resul Çiftçi

“Herkesin anlayabileceği akıcı diliyle 7’den 70’e”

Merhaba,

İlkokul yıllarımda *Meraklı Minik* ve *Bilim Çocuk* dergilerini öğretmenlerimin elinde gördüğümde gözlerim ışıldardı. Bugün geriye dönüp baktığımda görüyorum ki TÜBİTAK popüler bilim dergileri, çok kişinin olduğu gibi benim de ufkumu açtı, merakımı hep canlı tuttu.

Biyoloji lisans programına başladığımda, içimdeki o çocukluk heyecanı yeniden canlandı. Üniversitemin anlaşması sayesinde her ay *Bilim ve Teknik*’in yeni sayılarına ulaşabildim. Kendime dergi saati yapar, ders aralarımda sayfaları çevirerek dünyayı keşfederdim. Derginizde okuduklarımı internette detaylıca araştırmak büyük keyif… Bu güzel eserlerin hep yanı başımda olmasını istedim. Bu yıl aboneliğimi başlattım. *Bilim ve Teknik*’in kariyerimde önemli bir payı olduğuna inanıyorum. Dedem, annemin gençlik yıllarında okuduğu dergileri ciltletip bana armağan etmişti. Ben de *Bilim ve Teknik* dergilerini kendi çocuklarıma miras bırakmak istiyorum. Çünkü bilim durağan değil, gelişerek ilerliyor. Belki sakladığım eski sayılardaki bizim o dönem hiç kullanmadığımız yöntemler gelecekte yeniden keşfedilecek ya da geliştirilerek kullanılacak. TÜBİTAK, benim nazarımda ülkemizin en saygın kurumlarından biri. *Bilim ve Teknik* ise herkesin anlayabileceği akıcı diliyle 7’den 70’e bilimi sevdiren, öğreten bir dergi. Bu ülkede araştıran, düşünen ve sorgulayan insanları yetiştirmenin temel taşlarından biri olduğunuzu düşünüyorum. En büyük hayalim bir gün kendi yazılarımı ya da çalışmalarımın başarı öyküsünü bu dergide görebilmek. Nice meraklı zihinlerin sizinle yolunun kesişmesini diliyorum.

İyi ki varsınız.

İrem Kaplan

“Başarıma ışık olan dergi”

Merhaba,

Ben henüz 9 yaşındayım. *Bilim ve Teknik* dergisi ile ilk kez doğum günümde Funda ablam sayesinde tanıştım. Okudukça çok fazla bilgi ediniyorum. Derginin posterleri çok ilgimi çekiyor. Okurken bazı sözcüklerin anlamını aileme soruyorum. Kısaca dergi çok güzel ve bu sayede hem eğleniyorum hem de öğreniyorum. Teşekkür ederim TÜBİTAK.

Ayşe Alan

“Her yeni sayfada farklı bir dünya”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile yaklaşık 6 ay önce, okuldan bir arkadaşım kendi dergisini getirdiğinde tanıştım. Okur okumaz beni hem çok heyecanlandırdı hem de bilime olan ilgimi daha da arttırdı. Çok geçmeden ben de *Bilim ve Teknik* dergisi abonesi oldum. Şu an YKS öğrencisiyim ve derginin sayfalarında yer alan TEKNOFEST yarışmaları, bilim projeleri, bilimsel makaleler gibi içerikler, mühendislik sevgimi ve bu alandaki hedeflerimi daha da güçlendiriyor. Ayrıca bilime ilgi duyan insanları ve onların çalışmalarını görmek bana büyük bir mutluluk veriyor. Her yeni sayfada farklı bir dünyaya adım atıyor, her yazıda biraz daha ilham alıyorum. Bana bu ilhamı ve motivasyonu verdiğiniz için teşekkür ederim.

Hazal Kırmaz

Haberler

Gözlerini Yeniden Büyüten Salyangozlar

Mahir E. Ocak

Bir grup araştırmacı elma salyangozlarındaki göz rejenerasyonunu detaylı olarak inceleyerek süreçte yer alan genleri tespit etti. Elma salyangozlarının göz yapısının ve genlerinin insanlarınkine çok benzemesi, gelecekte bir gün görme engelli insanlara görme yetisini yeniden kazandırabilecek tedavilerin geliştirilmesi umudunu artırıyor.

Altın elma salyangozu

Salyangozların rejenerasyon yetenekleri yüz yıllardır bilinir. 1766 yılında kafası kopan bahçe salyangozlarının yeniden kafalarını büyütebildikleri gözlemlenmişti. Ancak salyangoz türlerinin büyük çoğunluğu laboratuvar ortamındaki bilimsel çalışmalar için uygun değildir. Laboratuvar ortamında çoğaltılmaları ya çok zor ya da çok yavaştır. Ayrıca pek çok salyangoz türü metamorfoz (başkalaşma) ile yapısal ve fizyolojik değişimler geçirir.

University of Califonia Davis'ten biyolog Alice Accorsi ve arkadaşları ise Güney Amerika'ya özgü bir tatlı su salyangoz türü olan altın elma salyangozlarının laboratuvar ortamındaki bilimsel çalışmalara çok daha uygun olduğunu fark etti. Bu istilacı türün üyeleri hem dirençli hem de laboratuvar ortamında hızla çoğalıyor.

Altın elma salyangozlarının bir diğer önemli özelliği göz yapılarının insanlarınkine benzemesi. Hem elma salyangozlarında hem de insanlarda kamera tipi gözler bulunur. Koruyucu bir kornea katmanı, ışığı odaklayan bir lens ve milyonlarca ışık reseptörü bulunan bir retina içeren bu tür gözler yüksek çözünürlüklü görüntü sağlar. Tüm omurgalılarda, bazı örümceklerde, kalamarlarda, ahtapotlarda ve salyangozlarda kamera tipi gözler bulunur.

Accorsi ve arkadaşlarının çalışmaları, elma salyangozlarındaki göz rejenerasyonunun yaklaşık bir ay sürdüğünü ve birkaç aşamada gerçekleştiğini

Hailshadow / iStock

gösterdi: İlk 24 saat içinde yara kapanıyor ve böylece sıvı kaybının ve enfeksiyon kapma riskinin önüne geçiliyor. Daha sonra özelleşmemiş kök hücreler bölgeye göç ederek çoğalmaya başlıyor. Takip eden 1,5 hafta içinde bu hücreler özelleşerek lens ve retina gibi göz yapılarını oluşturuyor. On beşinci güne gelindiğinde optik sinir de dâhil olmak üzere gözdeki tüm yapıların oluşumu tamamlanıyor. Ancak bu yapılar birkaç hafta daha büyümeye ve olgunlaşmaya devam ediyor.

Araştırmacılar rejenerasyon sürecinde hangi genlerin rol aldığını da inceledi. Çalışmalar deney hayvanlarının gözlerinin alınmasından hemen sonra yaklaşık 9.000 genin normal yetişkin salyangozlarda olduğundan farklı oranlarda ifade edildiğini gösterdi. Ayrıca 28 günün sonunda yenilenen gözlerde 1.175 genin ifadesinin hâlâ normal salyangozlardan farklı olduğu tespit edildi. Bu durum her ne kadar gelişim süreci tamamlanmış gibi gözükse de yenilenen gözün tamamen olgunlaşmasının daha uzun sürdüğünü gösteriyor.

Araştırmacılar CRISPR/Cas9 gen düzenleme yöntemini kullanarak *pax6* geninin salyangozlardaki rolünü de inceledi. Bilimsel çalışmalar, insan beyninin ve gözlerinin gelişiminde rol oynan bu genin salyangozlar için de önemli olduğunu gösterdi. *Pax6* geni işlevsiz hâle getirilen salyangoz embriyoları büyürken göz gelişmiyor. *Pax6* geninin yetişkin salyangozlardaki göz rejenerasyonunda da rol alıp almadığı üzerine çalışmalar ise devam ediyor. Araştırmacılar ayrıca hem lens, retina gibi yapılarla ilgili genleri hem de *pax6* geninin etkinliklerini kontrol eden diğer genleri de inceliyor.

Detaylı bilgiye *Nature*'da yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

https://www.nature.com/articles/s41467-025-61681-6

Kanserde Hızlı ve Doğru Tedavi Sağlayan Cihaz MamoScope

Hayriye Yetiş Avcı

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Adem Polat, meme kanseri ameliyatlarında çığır açabilecek ve yapay zekâ, biyoteklnoloji gibi alanlarda gelişmiş bilimsel ve mühendislik bilgisine dayalı olarak geliştirilen meme kanseri görüntüleme cihazı MamoScope'u üretti.

Geçtiğimiz aylarda patenti alınan MamoScope cihazı, meme kanseri cerrahisinde, tümörlü dokunun çevresinde kanser hücresi kalıp kalmadığını belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen cerrahi sınır tespiti işleminde önemli bir yenilik sağlıyor. Cihaz sayesinde ameliyat sırasında bütün hâlinde çıkarılan kanserli dokunun cerrahi sınırları yalnızca 10 dakika içerisinde üç boyutlu olarak görüntülenebiliyor. Bu sayede dokudaki tümörün tamamen temizlenip temizlenmediğini anında tespit edilebiliyor. "Derin Teknoloji Tabanlı 3B Tümör Görüntüleme Cihazı" olarak tanımlanan MamoScope, yapay zekâ destekli karar mekanizması

ve ultra yüksek çözünürlüklü görüntüleme teknolojisi sayesinde meme kanserinin teşhis ve tedavi sürecini daha hızlı ve güvenli hâle getiriyor.

Meme kanseri ameliyatlarında cerrahlar tümörü çıkardıktan sonra genellikle bir ila iki saat süren ön patoloji incelemesinin sonucuna göre ameliyatı sonlandırır. Yaklaşık bir ay sonra çıkan detaylı patoloji raporuna göre ise hasta için ikinci bir ameliyat gerekip gerekmediği belirlenir. 10 yıllık bir Ar-Ge çalışmasının ürünü olan MamoScope cihazı, cerrah ve patologların ameliyat esnasında uzun süre beklemeden doğru şekilde karar vermelerini kolaylaştırıyor. Kullanıcı müdahalesi olmadan otonom çalışan cihazın elde ettiği görüntülerdeki doğruluk oranı, yaklaşık olarak %95'e ulaşıyor. Böylece ikinci bir ameliyata ihtiyaç duyulma ihtimali %5'e kadar düşebiliyor. Hastalığın erken evresinde müdahale imkânı sağlaması ve tekrarlama riskini düşürebilecek olması sayesinde cihaz hem tedavi başarısını hem de hastanın yaşam kalitesini artırmada etkili olabilir. Bu sayede tedavi süresini ve maliyetini azaltabilir.

Polat'ın meme kanserini üç boyutlu görüntüleme projesi, TÜBİTAK 2219 Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında Harvard Medical School'da 12 ay süreyle desteklenmeye değer bulunmuştu. Geçtiğimiz aylarda TÜBİTAK Bilim Söyleşileri kapsamında çeşitli liselerde "Bilim Yolu: Üniversitede Başarılı Olmanın Sırları" başlıklı konferanslar veren Adem Polat, bir yandan gelecek nesillere rol model olurken bir yandan da çalışmalarına büyük bir hızla devam ediyor. MamoScope'un, geliştirilmesi planlanan farklı üç boyutlu görüntüleme cihazlarına ve tıp alanında önemli yeniliklere öncülük edeceği düşünülüyor. ■

https://www.comu.edu.tr/duyuru-23319.html
recent-activity/all/

Akıllı Tarımın Yeni Yardımcısı

Hayriye Yetiş Avcı

Cornell Üniversitesinden araştırmacılar bitki dokularına takip sensörleri yerleştirmeyi ve genetik materyal aktarmayı mümkün kılan bir robot teknolojisi geliştirdi. Bitki yaprağına enjekte edilen takip sensörleri her bitkiye özel veri toplayıp bitkinin sağlık durumunu kısa sürede ve doğru şekilde izlemeyi mümkün hâle getiriyor. Ayrıca geliştirilen cihaz sayesinde bitkiye genetik materyal enjekte edilerek bitkideki biyolojik süreçler takip edilebiliyor.

Tarımda sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla doğal kaynakları korumanın ve çevreye zarar vermeyen tarım teknolojileri kullanmanın önemi gün geçtikçe artıyor. Bununla birlikte sürdürülebilir tarımın hayata geçirilebilmesi için kritik öneme sahip tedbirler almak çoğu zaman

phys.org

bitki sağlığını ve gelişimini düzenli ve doğru bir şekilde izlemekle mümkün oluyor. Ancak bu amaçla geleneksel yöntemler kullanılarak bitkilerden tek tek veri toplamak hem zahmetli hem de bu durum bitkilere zarar verebiliyor. Geliştirilen yeni cihaz, zarar vermeden hassas şekilde bitkinin yapraklarını kavrayıp enjeksiyon yapabilen esnek bir tasarıma sahip. Cihaz sayesinde her bitkiye özel veri toplamak ve verilecek gübre miktarı ya da bitkinin ne kadar suya ihtiyaç duyduğu gibi bitki sağlığını etkileyen değişkenleri takip etmek mümkün.

Cihazın geliştirilme aşamasında önemli katkıları bulunan Manisa Celal Bayar Üniversitesinden Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Mert İlman'ın yer aldığı ve TÜBİTAK tarafından desteklenen çalışmanın sonuçları, *Science Robotics* dergisinde yayımlandı. Araştırma ekibi, geliştirdikleri cihazla bitki yapraklarına iki tür materyal enjekte etti. İlki olan AquaDust, küçük jel parçacıklar içeriyor ve bitkideki su miktarına bağlı olarak ışık yayıyor. Böylece bitkinin sahip olduğu su miktarı takip edilerek suya ihtiyaç duyup duymadığı tespit edilebiliyor. Yaprağa ikinci olarak ise RUBY adlı genetik materyal enjekte edildi. Bu gen sistemi bitki hücresinin normalde üretmediği kırmızı renkli bir pigmentin üretilmesini sağlıyor. Bu sayede genetik değişimin hangi hücrede gerçekleştiğini ve genetik materyalin ne kadar etkili olduğunu takip etmek mümkün oluyor. Araştırmacılar cihazı yaprak dokusu kalın, sert ve sıkı yapılı yani hücreler arası boşlukların az olduğu ayçiçeği ve pamuk bitkisinde test etti. Enjeksiyon denemelerinde cihazın genetik materyali ve jel parçacıklarını %91'in üzerinde başarı ile yaprak dokusuna aktarabildiği ve bitki dokularında geleneksel yöntemlere göre daha az hasara yol açtığı belirlendi. Ayrıca enjekte edilen materyalin 12 kat daha geniş bir alana yayıldığı anlaşıldı. Böylece daha az sayıda işlemle daha çok yaprak dokusuna ulaşılabiliyor.

İlk aşamada cihazın sera ortamında otonom tarım sistemlerinde kullanılabilecek robot kollara takılması hedefleniyor. İlerleyen süreçte ise bitki hastalıklarını ve bitkilerdeki anlık metabolik değişiklikleri tespit etmekte kullanılabilir. Elde edilen bilgiler, yenilikçi biyomühendislik uygulamaları sayesinde bitkilerden daha fazla ürün elde edilmesini ve akıllı tarımda çığır açabilecek gelişmeleri beraberinde getirebilir. ■

https://phys.org/news/2025-06-gentle-robot-gripper-shot-sensors.html

Dünyadaki Yeraltı Mantar Çeşitliliği Büyük Ölçüde Korumasız Hâlde

İlay Çelik Sezer

Sonuçları *Nature* dergisinde yayımlanan bir araştırmada, toprak altında yaşayan mikorizal mantar türlerinin %90'dan fazlasının korunan alanlar dışında bulunduğu ortaya kondu. Mikorizal mantarlar bitki kökleri ve bakterilerle kurdukları faydalı ilişkiler yoluyla ekosistem sağlığına ve karbon depolamaya katkı sağlıyor.

Araştırmayı yürüten Michael Van Nuland ve ekibi, 130 ülkeden alınan toprak örneklerinden 2,8 milyardan fazla mantar kaynaklı DNA dizisi elde etti. Makine öğrenmesi modelleriyle bu veriler iklim, toprak ve arazi kullanımıyla ilişkilendirilerek mikorizal mantar

luza studios / iStock

topluluklarının küresel ölçekteki tür çeşitliliği ve dağılımı tahmin edildi. Veri analizinde her örnekteki tür sayısı ile türlerin yaygınlık ve nadirlik düzeyleri hesaplanarak bu bilgiler harita modellerine aktarıldı.

Harita, Batı Afrika Gine ormanları, Tazmanya'nın orta kuşak yağmur ormanları ve Brezilya Cerrado'su gibi bölgelerin en özgün mantar topluluklarının bir kısmını barındırdığını gösteriyor. Ancak bu biyolojik zenginliğin yalnızca yaklaşık %9,5'i Dünya Korunan Alanlar Veri Tabanı'nda yer alan bölgeler içinde kalıyor, geri kalan kısım büyük oranda korumasız hâlde. Her ne kadar %9,5'lik kısım doğrudan toprak altı mantarları hedeflenerek koruma altına alınmasa da araştırmacılar bu alanlarda ekosistemlerin bütünlüğünün korunmasının mantarları da dolaylı olarak koruyacağını belirtiyor.

Araştırma ayrıca toprak altındaki mantar çeşitliliğinin her zaman yüzeydeki çeşitlilikle paralel olmadığını örneğin yüzeydeki mantar türlerinin çeşitliliği bakımından nispeten fakir görünen kimi alanların toprak altında zengin bir mantar biyoçeşitliliğine sahip olabildiğini ortaya koydu.

Van Nuland ve ekibi araştırmadaki bulgularla oluşturdukları "Underground Atlas" adlı etkileşimli haritayı kamu erişimine açtı. Bu sayede bilim insanlarına, politika belirleyicilere ve doğa korumacılara mikorizal mantar çeşitliliği hakkında bilgi sahibi olma ve koruma planlarını bu bilgilere göre oluşturma imkânı sunmayı hedefliyorlar. Araştırmanın sonuçları, toprak sağlığı ve doğa koruma politikalarında mikorizal mantarların daha fazla dikkate alınması gerektiğini gösteriyor. ■

https://www.science.org/content/article/most-earth-s-critical-underground-fungus-unprotected

Karbondioksitten Kireç Taşı Üreten İncir Ağaçları

İlay Çelik Sezer

Zürih Üniversitesinden araştırmacılar, bazı incir ağacı türlerinin havadaki karbondioksidi kireç taşı olarak da bilinen kalsiyum karbonat adlı minerale dönüştürebildiğini keşfetti. Mineral hâlindeki karbon, ağaçların yapısındaki organik formdaki karbona göre toprakta çok daha uzun süre kalabiliyor. Bu da karbonun toprakta daha uzun süre tutulması yani eş değer miktarda karbondioksidin atmosferden daha uzun süre uzak tutulması anlamına geliyor.

Tüm ağaçlar havadan aldıkları karbondioksiti fotosentez süreci ile besin maddelerine dönüştürür. Havadan uzaklaştırdıkları karbonun çoğunu selüloz gibi yapı maddeleri hâlinde bünyelerinde depolar. Ancak bazı ağaçlar karbondioksidi kalsiyum oksalat adlı bileşiğe çeviriyor, ağaçtaki ve topraktaki bazı bakteriler de bunu kalsiyum karbonata dönüştürüyor. Karbonu bu şekilde depolayabilen

Madelein_Wolf / iStock

Afrika'daki yabani bir incir ağacı

ağaçlardan biri Afrika'nın tropikal bölgelerinde yetişen iroko ağacı (*Milicia excelsa*). İroko ağacı, uzun ömürlü dayanım sağladığı için kereste olarak özellikle gemilerin güvertelerinde kullanılıyor.

Kısa bir süre önce Zürih Üniversitesinden Mike Rowley ve ekibi Kenya'nın Samburu bölgesine özgü üç incir ağacı türünün karbondioksitten kalsiyum karbonat üretebildiğini keşfetti. Rowley, ağaçların toprak üstünde kalan kısmında yoğun kalsiyum karbonat birikimlerinin bulunduğunu ayrıca köklerde de büyük ölçüde kalsiyum karbonata dönüşmüş yapılar gördüklerini belirtiyor.

Bu ağaç türlerinin ormancılıkta kullanılabileceği, meyvelerinden besin kaynağı olarak yararlanılabileceği aynı zamanda da küresel ısınmayla mücadeleye katkıda bulunabileceği düşünülüyor. Ancak ağaçların bu amaçlarla kullanımının uygun olup olmadığını anlayabilmek için araştırmacıların ağaçların ne kadar karbon tuttuğunu, ne kadar suya ihtiyaç duyduğunu ve farklı iklim koşullarına ne kadar dayanıklı olduğunu ortaya çıkaracak araştırmalar yapması gerekecek. ■

https://www.newscientist.com/article/2487119-fig-trees-may-benefit-climate-by-turning-carbon-dioxide-into-stone/

Luciana da Costa Carvalho et al. / CC-BY 4.0

Solda Paestum'daki tapınakta bulunan bronz kaplardan biri ve sağda kapların içinde bugüne kadar kalabilmiş bal kalıntısının bir örneği görülüyor.

2.500 Yıllık Bal Bulundu

İlay Çelik Sezer

İtalya'da, Pompeii yakınlarındaki Paestum antik kentinde 1954'te toprak altından çıkarılan bronz kapların içindeki gizemli maddenin bal olduğu modern kimyasal analiz teknikleri sayesinde ortaya çıkarıldı. Antik kentteki bir tapınakta bulunan ve MÖ 520 dolaylarına tarihlenen kaplar keşfedildiğinde içlerinde yapışkan bir madde olduğu fark edilmiş ama bu maddenin ne olduğu bugüne kadar gizemini korumuştu. Başlangıçta yapılan arkeolojik değerlendirmelere göre kalıntıların bal olabileceği düşünülmüştü. Daha sonra üç farklı araştırma grubu madde üzerinde laboratuvar analizleri yapmış ve maddenin baldan ziyade polen ve böcek parçaları karışmış hayvan ya da bitki yağı olduğu sonucuna varmıştı. O dönemde araştırmacılar kalıntının farklı çözücülerde çözünüp çözünmediğini analiz eden teknikler kullanıyordu. Ancak bu analiz yöntemleri kalıntının içinde çok az miktarda bulunan bileşenleri yüksek hassasiyetle tespit edemiyordu.

Bronz kapların içindeki kalıntıyı günümüz teknikleriyle incelemeye karar veren Carvalho ve ekibi ilk olarak maddenin genel bileşimi hakkında fikir edinmek için Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) adı

verilen yöntemi kullandı. Araştırmacılar önce dış görünüşünün günümüzdeki balmununa benzemesi ve asitlik düzeyinin yüksek olması nedeniyle maddenin bozunmuş balmumu olduğunu düşündü. Araştırmacılar bunu doğrulamak için gaz kromatografisi ile kütle spektroskopisi yöntemlerini bir arada kullandı. Bu analizler kalıntı örneklerinde, balda bulunan başlıca şeker türleri olan glikoz ve fruktozun varlığını ortaya çıkardı. Oxford Üniversitesinden Elisabete Pires'ın takiben yaptığı analizler ise kaplardaki maddede arılar tarafından salgılanan temel arı sütü proteinlerinin bulunduğunu ortaya koydu. Ayrıca bal arısı larvaları ile beslenen *Tropilaelaps mercedesae* adlı parazitik akarlara ait olduğu düşünülen peptitlere (proteinler kadar uzun olmayan kısa amino asit zincirleri) rastlandı.

Carvalho, bal dolu kapların tapınakta bulunmasının Paestum halkının inanç dünyası hakkında fikirler verdiğini belirtiyor. ■

https://www.newscientist.com/article/2490380-ancient-pots-found-near-pompeii-contain-2500-year-old-honey/

Pestisitler Mantarlarla Mücadeleyi Nasıl Etkiliyor?

Özlem Ak

Son yıllarda dünya genelinde mantar enfeksiyonlarında dikkat çekici bir artış yaşanıyor. Kaliforniya Üniversitesinden enfeksiyon hastalıkları uzmanları Dr. George Thompson ve Dr. Angel Desai, temmuz ayında *New England Journal of Medicine*'da yayımladıkları makalelerinde zararlı mantarları yok etmek için geliştirilen yeni nesil tarım ilaçlarının, insanlarda ve hayvanlarda görülen tehlikeli enfeksiyonların tedavisini zorlaştırabileceğini ortaya koydu.

Tıpta ve tarımda kullanılan mantar ilaçları (antifungal), mantarların neden olduğu hastalıklarla mücadelede kritik bir rol oynuyor. Ancak bu ilaçların aşırı ve kontrolsüz kullanımı, mantarların bu ilaçlara direnç geliştirmesine yol açabiliyor. Bu da bir zamanlar hayat kurtaran tedavilerin etkisini yitirmesi anlamına geliyor.

Thompson ve Desai, bu küresel tehdide karşı "Tek Sağlık" (One Health) yaklaşımının benimsenmesini öneriyor. İnsan, hayvan ve çevre sağlığını bir bütün olarak ele alan bu yaklaşım, tüm alanların birbiriyle ne kadar sıkı sıkıya ilişkili olduğunu vurguluyor. Dr. Thompson, hayvancılıkta antibiyotiklerin kontrolsüz ve yanlış kullanılmasının bakterilerin bu ilaçlara hızla direnç geliştirmesine

montiannoowong / iStock

neden olduğunu, şimdi de benzer bir riskin mantar ilaçlarında ortaya çıktığını belirtiyor.

Çevresel faktörler de durumu daha karmaşık hâle getiriyor. İklim değişikliği ve rüzgâr gibi etkenler mantarların yayılmasını kolaylaştırırken, seyahat eden insanlar ve göç eden hayvanlar dünyanın dört bir yanına taşınmalarını sağlayabiliyor. Özellikle *Candida auris* gibi tedavisi zor enfeksiyonlara neden olan mantar türleri ciddi tehdit oluşturuyor.

Uzmanlar, yeni nesil antifungal ve antibakteriyel ilaçların çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin titizlikle incelenmesini ve bu ilaçlara onay verilirken uluslararası bir standart benimsenmesini öneriyor. Dr. Desai, pestisitlerin geniş çapta kullanılmadan önce kapsamlı değerlendirmelerden geçirilmesi gerektiğine dikkat çekiyor. ABD Çevre Koruma Ajansı bünyesinde "İlaç ve Pestisit Direnci ve Etkililik Çalışma Grubu"nun kurulması bu yönde atılmış önemli bir adım olarak görülüyor. Bilim insanları, benzer yapıların dünya çapında da kurulmasının dirençli mantarların yayılmasını önlemede hem etkili hem de ekonomik bir çözüm olacağına inanıyor. ■

https://scitechdaily.com/are-pesticides-breeding-the-next-pandemic-experts-warn-of-fungal-superbugs/

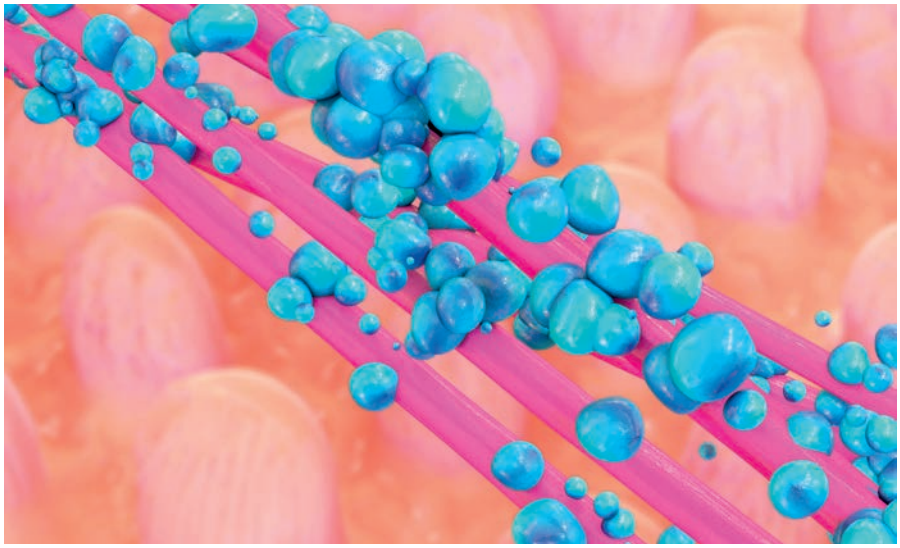
Scatena / iStock

Bağırsak Bakterileri "Sonsuz Kimyasalları" Vücuttan Atmamıza Yardımcı Olabilir

Özlem Ak

PFAS (perfloroalkil ve polifloroalkil maddeler) ya da bilinen diğer adıyla "sonsuz kimyasallar" ile ilgili umut verici bir haber var: Araştırmacılar, bağırsaklarımızdaki bazı bakterilerin bu zararlı kimyasal maddeleri yakalayarak vücuttan dışkıyla uzaklaştırılmalarını sağladığını ortaya koydu.

PFAS, 1950'lerden bu yana mutfak gereçleri, giysiler, mobilyalar, gıda ambalajları ve hatta yangın söndürme köpüklerinde kullanılan sentetik kimyasal maddelerdir. Doğada ve insan vücudunda uzun süre parçalanmadan kalabildikleri için "sonsuz kimyasallar" olarak isimlendirilirler. Bilim insanları, doğada yaygın olarak bulunan PFAS'ların sağlığımız üzerinde ciddi riskler oluşturduğunu söylüyor. Bazı PFAS türleri birkaç gün içinde idrarla atılabiliyor. Ancak uzun zincirli moleküler yapıya sahip olanlar yıllarca vücudumuzda kalabiliyor. Mevcut araştırmalar bu maddelerin kısırlık, çocuklarda gelişim geriliği ve kanser gibi birçok sağlık sorununa yol açabileceğini gösteriyor.



xrender / iStock

Cambridge Üniversitesinden bilim insanları, insan bağırsaklarında doğal olarak bulunan bazı bakteri türlerinin PFAS moleküllerinin vücuttan atılmasına yardım edebileceğine dair ilk kanıtları elde etti. Henüz insanlar üzerinde denenmemiş olsa da araştırmacılar bu biyolojik sürecin farelerde gerçekleştiğini gözlemledi. Dokuz farklı bakteri türünün bağırsaklarına yerleştirildiği fareler, yedikleri PFAS'ı vücutlarında biriktirip daha sonra hızla dışkıyla atabildi.

MRC Toksikoloji Biriminden Dr. Kiran Patil, insan sağlığı üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, PFAS gibi sonsuz kimyasalları vücuttan uzaklaştırmak için çok az seçenek olmasının endişe verici olduğunu belirtiyor. Elde ettikleri bulguların ise insan bağırsağında bulunan bazı bakterilerin PFAS'ı absorbe etme kapasitesinin çok yüksek olduğunu gösterdiğine dikkat çekiyor.

Araştırmacılar ayrıca PFAS'ın bakteri hücrelerinin içinde kümeler hâlinde depoladığını, böylece farelerin toksik etkilerden korunabildiğini ve PFAS'ı güvenle dışarı atabildiğini keşfetti. İlginç bir şekilde fareler daha yüksek düzeyde PFAS'a maruz kaldığında bile bu bakteriler PFAS'ı aynı etkinlikle uzaklaştırmayı başardı. Bilim insanları gelecekte bu faydalı bakterilerin bağırsaklarımızdaki sayısını artıran probiyotik takviyeler geliştirmeyi umuyor. Şimdilik ise sonsuz kimyasallara daha az maruz kalmak için PFAS kaplamalı mutfak gereçlerini kullanmaktan kaçınmayı ve içme sularında bulunabilen bu maddeleri uzaklaştıran kaliteli su filtreleri kullanmayı öneriyorlar. ■

https://doi.org/10.1038/s41564-025-02032-5

Plastikten Ağrı Kesiciye

Özlem Ak

Fosil yakıtlar günümüzde insan yaşamının neredeyse her alanında yer alıyor. Elimizdeki plastik bir diş fırçası, üzerimizdeki sentetik bir kıyafet ya da kullandığımız sıradan bir ağrı kesici bile üretim yolculuğuna petrolden türetilen ham maddelerle başlıyor. Bu malzemelerin üretim süreçleri sırasında atmosfere tonlarca karbon salınıyor. Örneğin dünyada en yaygın kullanılan ağrı kesici ve ateş düşürücülerden biri olan parasetamol genellikle petrol türevi kimyasal maddelerden ve çevreye zarar veren yöntemlerle üretiliyor.

Yine de tüm endüstriyel faaliyetleri durdurmadan fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmanın bir yolu olabilir. Edinburgh Üniversitesinden sentetik biyolog Stephen Wallace, son on yıldır bu soruya yanıt arıyor. Wallace, çevre dostu kaynaklardan kimyasal maddeler üretebilecek mikroorganizmalar geliştirmek için çalışıyor. Şimdiye dek kâğıt atıklarından naylon polimerinin üretiminde kullanılan monomerlerin ve kullanılmış plastiklerden vanilin benzeri aroma verici bileşiklerin elde edilmesini sağlayan

bakteriler tasarladı. Son olarak Wallace ve ekibi, genetik olarak değiştirilmiş *Escherichia coli* (*E. coli*) bakterisini kullanarak plastik atıklardan parasetamol üretmeyi başardı. *Nature Chemistry* dergisinde yayımlanan çalışmada geliştirilen bu yöntem, neredeyse sıfır karbon salımına neden oluyor ve geri dönüştürülmüş plastiğin ilaç etkin maddesine dönüşebileceğini gösteriyor.

Her yıl dünya genelinde yaklaşık 56 milyon ton plastik şişe üretiliyor ve bunların %45'i doğrudan atık depolama alanlarına giderek toprağı ve suyu kirletiyor. Wallace ve ekibi bu devasa atığı değerlendirebilmek için "Lossen düzenlenmesi" adı verilen sentetik bir kimyasal tepkime kullandı. Bu yöntem, yaygın kullanılan bir plastik türü olan polietilen tereftalatın (PET) geri dönüşüm sürecinde parçalanması sonucu oluşan molekülleri, işlevsel kimyasal bileşiklere çevirebiliyor.

Normalde bu tepkime yüksek sıcaklık ve bazik ortam gibi zorlu koşullarda gerçekleşiyor. Ancak Wallace'ın ekibi, bu sürecin biyolojik koşullarda yani bir bakteri hücresinin içinde de gerçekleşebileceğini keşfetti. Araştırmacılar hücre büyümesi için gerekli bir molekül olan para-aminobenzoik asidi (PABA) Lossen düzenlenmesi ile üretmek amacıyla bir deney tasarladı. PABA sentezleyemeyen *E. coli* bakterilerinin alt türlerinin besi ortamına geri dönüştürülmüş plastik ve fosfat eklendiğinde, tepkimenin bakteri hücresinin içinde başarıyla gerçekleştiği gözlendi. Bunun üzerine araştırma ekibi, bu genetiği değiştirilmiş bakterilerin ilaç etkin maddelerinin üretiminde kullanılan petrol temelli yöntemlerin yerini alabilecek kapasitede olup olmadığını test etti. Çünkü günümüzde aspirin ve psikolojik bozuklukların tedavisinde kullanılan antipsikotikler de dâhil olmak üzere pek çok ilacın etkin maddesi hâlâ petrol türevlerinden üretiliyor. Ancak bilimsel veriler, parasetamolün mikroorganizmaların doğal olarak ürettiği iki enzim aracılığıyla PABA'dan hücre içinde sentezlenebileceğini gösteriyor. Araştırmacılar bu iki enzimi kodlayan genleri, PABA üretmeyen *E. coli*'ye aktardı. Bakteriler geri dönüştürülmüş plastikle beslendiğinde bu moleküllerin %92'si doğrudan parasetamole dönüştürüldü.

Kwangmoozaa / iStock

Her ne kadar bu yöntemin sanayi ölçeğinde uygulanabilmesi için sürecin geliştirilmesi gerekse de plastik atıklardan ağrı kesici bir ilacın etkin maddesinin elde edilmesi, sentetik kimya ve biyokimya alanları arasındaki güçlü iş birliğinin kanıtı niteliğinde. Bu çalışma, ilaç endüstrisinin fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmak adına atılmış önemli bir adım olarak değerlendiriliyor. ■

https://www.nature.com/articles/s41557-025-01845-5

Hayallerin Yükseldiği Yer

TEKNOFEST 2025 İstanbul

Hayriye Yetiş Avcı | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Dünyanın en büyük Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali TEKNOFEST, 17-21 Eylül tarihlerinde İstanbul Atatürk Havalimanı'nda gerçekleştirilecek.

Her yaştan bilim ve teknoloji meraklılarını bir araya getiren "dünyanın ayakları yere basmayan tek festivali" TEKNOFEST'in coşkusu, sekizinci yılında tüm Türkiye'yi kucaklamaya devam ediyor. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Türkiye Teknoloji Takımı (T3) Vakfı ana yürütücülüğünde Türkiye'nin önde gelen teknoloji şirketleri, kamu kurumları, üniversiteler ve medya kuruluşlarının destekleriyle düzenlenen TEKNOFEST, bu yıl ilk olarak kardeş vatan KKTC'de gerçekleştirilmişti. Bilim ve teknolojinin rehberliğinde geleceğin teknolojilerini tasarlayan gençler, medeniyetler beşiği İstanbul'un eşsiz atmosferinde 12. kez TEKNOFEST'te bir araya geliyor.

TEKNOFEST, düzenlenmeye başlandığı 2018 yılından itibaren 11 milyona yakın ziyaretçiye ilham verirken yarışma sayısı, katılımcı takım/yarışmacı sayısı, ziyaretçi sayısı ve destekleyen kurum/kuruluş sayısı gibi pek çok açıdan sürekli bir şekilde büyümeye devam ediyor. Dünyanın dört bir yanından gelen yarışmacıların bilgi ve deneyimlerini paylaşmasına imkân sağlayan festival, farklı kategorilerde düzenlenen yarışmalara, etkinliklere ve bilimsel toplantılara ev sahipliği yapıyor. Ülkemize, Millî Teknoloji Hamlesi doğrultusunda kritik öneme sahip teknolojilerde söz sahibi olmak ve bu alanlarda yetişmiş insan kaynağını artırmak gibi çok önemli katkılar sağlayan festival, inovasyon dolu yarışmalardan nefes kesen hava gösterilerine, teknoloji ve heyecanı buluşturan pek çok etkinliğe ev sahipliği yapıyor.

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ
AYAKLARI YERE BASMAYAN TEK FESTİVAL
BAYRAKTAR KIZILELMA
TC-IDZH-2
AA

Her Aşamada Gençlerin Yolunu Açan Bir TEKNOFEST

TEKNOFEST teknoloji yarışmaları kapsamında geliştirilen projeler girişimlere, girişimler de ürünlere dönüşebiliyor. Bu doğrultuda yarışmalara katılan kişilere ve takımlara hazırlık aşamasında destek sağlandığı gibi festival sonrasında da başarılı projeler desteklenmeye devam ediliyor. Katılımcıların yarışma öncesi bilgi birikimlerini artırmalarına yardımcı olmak ve onları yarışmalara hazırlamak amacıyla birçok konuda çevrim içi eğitimler sunuluyor. Ayrıca finale kalan takımlar ve projeler, yürütücü kurum ve danışma kurulu üyeleri tarafından hazırlanan eğitim programları ile destekleniyor.

Millî teknolojiler geliştirilmesini teşvik etmek amacıyla ön eleme aşamasını geçen tüm projelere malzeme desteği, katılımcılara da ulaşım ve konaklama desteği sunuluyor. Ayrıca finallerde dereceye giren projelere çeşitli ödüller veriliyor. Diğer yandan katılımcılara teknoloji firmalarına düzenlenen teknik gezilerden, teknik eğitimlerden, staj ve kariyer programlarından faydalanma imkânı da sağlanıyor. Bunun yanında proje sahiplerine, millî teknoloji geliştirme yolunda yaptıkları projelerini DENEYAP Türkiye Teknoloji Atölyelerinde anlatma ve böylece genç nesillere örnek olma fırsatı da tanınıyor. Ülkemizin parlak gençleri, uluslararası yarışmalara katılma süreçlerinin her aşamasında da desteklenmeye devam ediliyor. Bu sayede kritik teknolojiler geliştirmek üzere nitelikli insan kaynağının oluşturulması hedefleniyor.

7'den 70'e Herkese Yayılan TEKNOFEST Coşkusu

TEKNOFEST, nefes kesen yarışmalarının yanında izleyicileri heyecanlandıran pek çok gösteri, etkinlik ve sergiye de ev sahipliği yapıyor. Festival kapsamında KAAN, HÜRJET, HÜRKUŞ, GÖKBEY, AKINCI, KIZILELMA, TB2, AKSUNGUR, ANKA ve ATAK gibi millî imkânlarla üretilen hava araçları büyük hayranlık uyandırırken Türk Yıldızları ve SOLOTÜRK akrobasi timleri ile Hava Kuvvetleri Komutanlığı, Kara Kuvvetleri Komutanlığı, Jandarma Genel Komutanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü ve Sahil Güvenlik Komutanlığı ekiplerinin gösterileri nefesleri kesiyor. Çeşitli hava ve kara araçlarının da sergilendiği festivalde ayrıca dikey rüzgâr tüneli, planetaryum, bilim ve teknoloji sergileri, buluş fuarı, seminerler ve çeşitli atölye etkinlikleri ile ziyaretçiler, bilim ve teknolojiyi uygulamalı olarak deneyimleme imkânı buluyor.

TÜBİTAK'ın Desteklediği Yarışmalarla Gençler Geleceğe Hazırlanıyor

TEKNOFEST kapsamında TÜBİTAK yürütücülüğünde gerçekleştirilen yarışmalar öğrencileri ve genç mühendisleri biyoteknolojiden yapay zekâya, iklim değişikliğinden blokzincire kadar güncel ve kritik öneme sahip alanlarda özgün projeler geliştirmeye

teşvik ediyor. Geleceğin teknolojilerine yönelik bu alanlarda toplumsal farkındalık oluşturmak ve sürdürülebilir kalkınmaya destek olmanın yanında ileri teknoloji konularında çalışacak genç araştırmacı, mühendis ve bilim insanlarının yetişmesine katkıda bulunmak yarışma hazırlık sürecinin hedefleri arasında yer alıyor. Uluslararası Efficiency Challenge Elektrikli Araç Yarışları, 2242 Üniversite Öğrencileri Araştırma Proje Yarışmaları, Uluslararası İnsansız Hava Araçları Yarışması, Havacılıkta Yapay Zekâ Yarışması, Robotaksi - Binek Otonom Araç Yarışması, Liseler Arası İnsansız Hava Araçları Yarışması, Biyoteknoloji İnovasyon Yarışması, Pardus Hata Yakalama ve Öneri Yarışması, Liseler Arası Efficiency Challenge Elektrikli Araç Yarışları, 2204-C Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri Yarışması, Çip Tasarım Yarışması, Hyperloop Geliştirme Yarışması, Dikey İnişli Roket Yarışması, 2204-D Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Projeleri Yarışması, Blokzincir Yarışması, Kuantum Teknolojileri Yarışması olmak üzere birbirinden farklı kategorilerde gerçekleşen yarışmalara bu yıl eklenen Uluslararası Çocuk Bilim Yarışması'yla birlikte TÜBİTAK, ülkemizin gelecekteki teknoloji ekosistemini güçlendirme çalışmalarına hız kesmeden devam ediyor.

TEKNOFEST Ekosistemi Her Yıl Yeni Yarışmalarla Büyümeye Devam Ediyor

TEKNOFEST, İstanbul'da 58 farklı ana kategori ve 138 alt kategoride yarışmalar gerçekleştirilecek. Düzenlenecek yarışmalarda ön eleme aşamasını geçen takımlar 85 milyon TL'nin üzerinde maddi destekten yararlanırken dereceye giren takımlara ise toplamda 65 milyon TL'nin üzerinde ödül verilecek.

TEKNOFEST teknoloji yarışmaları kritik teknolojilerde ilerlemeyi sağlamanın yanında çeşitli sorunlara da teknolojik çözümler sunuyor. Yıllardır gerçekleştirilen yarışmalar sayesinde elde edilen bilgi birikimi her geçen gün artıyor. TEKNOFEST kapsamında gelenekselleşen yarışmaların listesine Ekim 2024 sayısında yer vermiştik. Yazıya ulaşmak için karekodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.

Türkiye'nin en büyük ödüllü teknoloji yarışmalarına ev sahipliği yapan TEKNOFEST, her yıl yenilenen yarışma kategorileriyle dikkat çekiyor. Millî Teknoloji Hamlesi kapsamında belirlenen öncelikli alanlara uygun olacak şekilde TEKNOFEST'e her geçen yıl yeni yarışmalar ekleniyor.

5G Konumlandırma Yarışması kapsamında yarışmacı takımlar, makine öğrenmesi gibi farklı yapay zekâ tekniklerine dayalı olarak konum tahminleme modeli geliştirecek. Mevcut 5G test şebekesine ait ölçümler kullanarak geliştirilen konum tahminleme modelleri ile verilen hedef noktalarının en doğru ve en hızlı şekilde tespit edilmesi amaçlanıyor.

Yapay Zekâ Destekli Adres Çözümleme Hackathon Yarışması ile kargo paketlerinin müşteriye ulaştırılması süreçlerinde, sistemdeki adres bilgisinin harita verisiyle uyuşmaması gibi veri tutarsızlıkları ve adres yönetimi problemlerine yönelik yapay zekâ, doğal dil işleme (NLP), coğrafi bilgi sistemleri (GIS) ve veri madenciliği gibi teknolojilerle yenilikçi çözümler üretilmesi hedefleniyor. Yarışma aynı zamanda Ar-Ge merkezlerinin farklı alanlarındaki problemlerini genç yeteneklere tanıtmayı ve onları ilgili kariyer fırsatlarıyla buluşturmayı amaçlıyor.

Eylem Temelli Türkçe Büyük Dil Modeli Yarışması ile Türkiye'nin Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi kapsamında, Türkçe Büyük Dil Modelleri'nin geliştirilmesi ve yapay zekâ ekosisteminin güçlendirilmesi hedefleniyor. Bu amaçla alanında yetkin insan kaynağı yetiştirmek ve araştırmacıları, öğrencileri, girişimcileri ve sektör çalışanlarını Türkçe Büyük Dil Modelleri geliştirmeye yönelik yenilikçi çözümler üretmeye teşvik etmek yarışmanın amaçları arasında yer alıyor.

Güvenli Uydu Haberleşmesi Yarışması kapsamında haberleşme uydularıyla veri alış verişi yapılmasını sağlayan bağlantı sistemleri ve uydularla iletişim hâlinde olan yer tabanlı altyapılar için siber güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi amaçlanıyor. İletişimin küresel boyutta kesintisiz şekilde gerçekleşmesini mümkün kılan haberleşme uyduları özellikle yerel altyapının sınırlı olduğu izole bölgelerde iletişim ihtiyacının karşılanmasında anahtar role sahip. Bu nedenle haberleşme uydularında veri güvenliğinin sağlanması kritik derecede önemli.
Bu doğrultuda vizyoner, yenilikçi ve özgün fikirleri teşvik etmek ve uydu haberleşmesi güvenliği alanında farkındalığı artırmak yarışmanın öncelikleri arasında bulunuyor.

TEKNOFEST Mesleki Yetenek Yarışması, katılımcılara elektrik, elektronik, enerji, otomasyon ve üretim gibi alanlardaki teknik becerilerini uygulamalı olarak sergileme fırsatı sunuyor. Uygulamalı final etabının yer aldığı yarışma, iş süreçlerinde karşılaşılabilecek problemleri yansıtan gerçekçi çalışma ortamlarıyla zenginleştiriliyor. Bu sayede katılımcılar teknik bilgilerini, el becerilerini, takım çalışması yapma ve problem çözme yetkinliklerini ortaya koyma imkânı buluyor.

İnsansız Kara Aracı Yarışması ile katılımcılardan araç dinamiği, mekanik üretim, elektronik tasarım, yazılım geliştirme gibi farklı alanlardaki bilgilerini kullanarak insansız kara aracı prototipi geliştirmesi bekleniyor. Bu araçların ateş desteği gibi çeşitli askeri faaliyetleri gerçekleştirebilme kabiliyeti, harp benzeri koşulların oluşturulduğu parkur ortamında test edilecek. Yarışma kapsamında öğrencilerin otonom kara araçları konusunda mühendislik problemlerine çözüm üretmesi ve yenilikçi düşünme becerilerini geliştirmesi hedefleniyor.

Onkolojide 3T Yarışması ile kanser tedavisinde kullanılabilecek yenilikçi ve etkin projelerin desteklenmesi ve bu doğrultuda kişiye özel tedavi teknolojilerinin geliştirilmesi amaçlanıyor. "Tümörü Tanı ve Tedavi Et!" sloganıyla yola çıkan yarışmanın bu yılki odak konusu akciğer kanseri olarak belirlendi. Yarışma kapsamında kanser tedavisinde kullanılabilecek genetik ve epigenetik yaklaşımlar, hücresel ve moleküler yöntemler, yapay zekâ destekli yeni nesil ilaç geliştirme çözümleri ve onkolojide terapötik kanser aşısı teknolojileri gibi alanlarda projeler geliştirilecek.

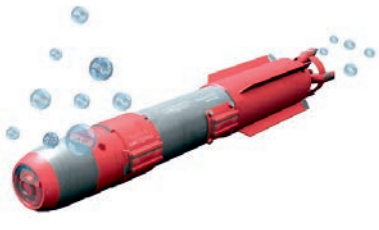
Uluslararası Çocuk Bilim Yarışması, ilkokul düzeyindeki öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ilgisini artırmayı ve kendi projelerini geliştirmelerine fırsat tanımayı amaçlıyor. Bu sayede çocuklar bilgilerini deneyime dönüştürme imkânı bulabilecek. TEKNOFEST kapsamında TÜBİTAK yürütücülüğünde gerçekleştirilecek olan yarışmanın öncelikleri arasında öğrencilerin eleştirel düşünme, iş birliği yapma ve iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlamak yer alıyor.

Mavi Vatan Makale Yarışması ve **Mavi Vatan Resim Yarışması**, Türkiye'nin deniz yetki alanları üzerindeki egemenlik haklarının, millî güvenlik politikalarının ve jeopolitik vizyonunun güçlenmesine katkı sunmayı ve genç nesillerde Mavi Vatan bilincini oluşturmayı hedefliyor. Mavi Vatan Makale Yarışması'nda lise, lisans ve lisansüstü düzeyindeki katılımcıların Mavi Vatan temalı 500–1000 kelime arasında özgün bir makale hazırlamaları beklenirken Mavi Vatan Resim Yarışması'nda katılımcılar Mavi Vatan temalı özgün bir resim çalışması hazırlayacak.

TEKNOFEST Yapay Zekâ Film Yarışması kapsamında katılımcılardan üretken yapay zekâ teknolojilerini kullanarak TEKNOFEST temalı kısa filmler oluşturmaları bekleniyor. Yarışma ile dijital hikâye anlatıcılığında yenilikçi projelerin geliştirilmesi hedefleniyor.

Geleceğin Sürdürülebilir Şehirleri Hackathon Yarışması, afet sonrası yönetim, çevresel veri analizi ve sürdürülebilir şehircilik gibi alanlarda yenilikçi dijital çözümlerin geliştirilmesini teşvik etmeyi amaçlıyor. Yarışma sürecinde geliştirilecek projelerin şehirlerin geleceğini şekillendirecek teknoloji temelli, sürdürülebilir ve toplum odaklı çözümler sunması hedefleniyor.

Su Altı Roket Yarışması kapsamında hem askeri hem de sivil alanda kritik öneme sahip su altı teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmaların desteklenmesi hedefleniyor. Yarışma kapsamında roket itkili su altı aracı tasarlanması ve roket ateşleme sürecinin doğru şekilde gerçekleştirilmesi bekleniyor. Özgün ve yüksek performanslı su altı sistemleri tasarlama çalışmalarına katkı sağlamak yarışmanın öncelikleri arasında yer alıyor.



TEKNOFEST Mimari ve Görsel Tasarım Yarışması ile TEKNOFEST festival alanlarının işlevselliğini artırmak, görsel kimliğine katkı sağlamak ve ziyaretçi deneyimini iyileştirmek amacıyla yenilikçi ve özgün tasarımlar geliştirilmesi hedefleniyor. Yarışma kapsamında festival alanı içerisinde bulunan açık ve kapalı mekânların tasarımları, iç mekân tasarımları ve TEKNOFEST'e ait kurumsal kimlik oluşturma çalışmalarının desteklenmesi planlanıyor.

Millî Teknoloji Hamlesi'nin önemli bir parçası olan TEKNOFEST, yepyeni yarışmalarıyla yeni teknolojik atılımlara ve yeni girişimlere öncülük ederken geleceğe de ışık tutuyor. 7'den 70'e herkesin ücretsiz olarak ziyaret edebileceği TEKNOFEST Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali her geçen yıl artan coşkuyla geleceğimizin teminatı gençlerimize ilham kaynağı olmaya devam ediyor.

TEKNOFEST teknoloji yarışmaları hakkında detaylı bilgiye erişmek ve TEKNOFEST mobil uygulamasını indirmek için karekodları akıllı cihazınıza okutabilirsiniz. ■

TEKNOFEST Web Sitesi

TEKNOFEST Mobil Uygulaması

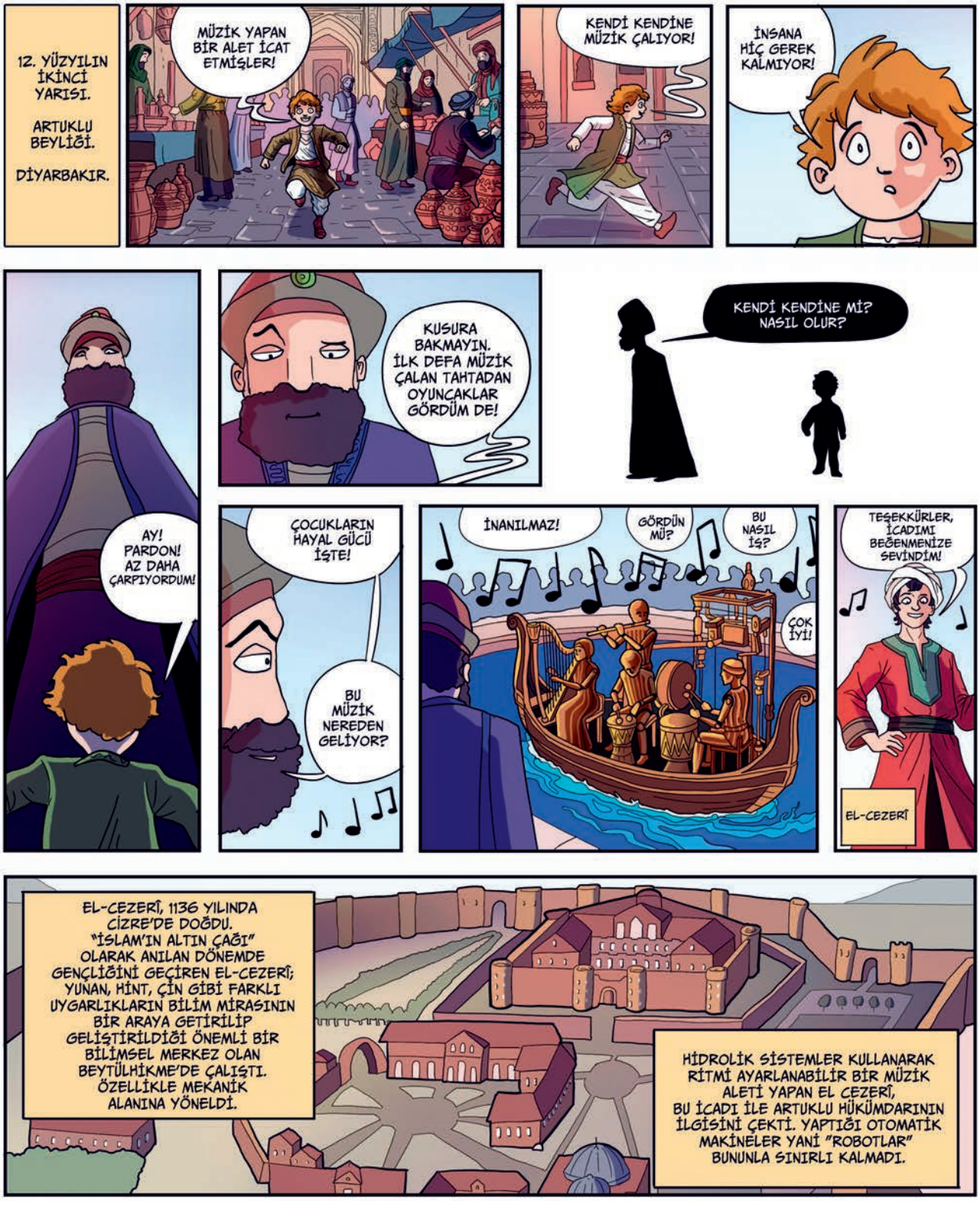
Kaynak

https://www.teknofest.org/tr/

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*bteknik@tubitak.gov.tr*

EL-CEZERÎ



TAVUS KUŞU ŞEKLİNDEKİ BU DÜZENEK, BASİT BİR ÇEŞME DEĞİL HÜNKARIM. SUYU AÇIYORSUNUZ, HAZNE BİRAZ DOLUNCA SUYUN BASINCI MAKİNEYİ ÇALIŞTIRIYOR!

SU AKAR AKMAZ SABUN HEMEN DÜZENEĞİN YANINDAN ÇIKIYOR.

ELLERİNİZİ YIKAMAYI BİTİRDİĞİNİZİ HAVUZUN DOLMASINDAN ANLAYAN ÇEŞMEM, SONUNDA SİZE HAVLU UZATIYOR!

SULTAN, BİR GÜN ONU SARAYA ÇAĞIRIR.

İCATLARIN HAYRANLIK VERİCİ EL-CEZERİ!

AMA BUNLARI SADECE BANA SUNMAKLA KALMA! EN İYİSİ BU MAKİNELERİ NASIL YAPTIĞINI YAZILI OLARAK KAYDET!

SULTANIN ÖNERİSİYLE EL CEZERİ, OTOMATİK MAKİNELERİ NASIL YAPTIĞINI KİTÂBÜ'L-HİYEL (DÜZENEKLER KİTABI) ADLI ESERİNDE TEK TEK ANLATTI. EN ÜNLÜ MAKİNELERİNDEN BİRİ, ŞÜPHESİZ FİLLİ SU SAATİYDİ.

CEZERİ'NİN FİLLİ SU SAATİ, SU BASINCI İLE ÇALIŞIR. MEKANZİMA ŞU ŞEKİLDEDİR:

5) TOP DÜŞERKEN SAATİ GÖSTEREN KADRANI DÖNDÜRÜR.

4) TOP DÜŞTÜĞÜNDE ZÜMRÜANKA KENDİ ETRAFINDA DÖNER.

6) TOPUN ETKİSİYLE HÜKÜMDAR FİGÜRÜ KOLUNU AÇTIĞINDA ŞAHİN ORTAYA ÇIKAR.

3) HER YARIM SAATTE BİR DOLAN KÂSE SAATİN TEPESİNDEKİ KALEDEN BİR METAL TOPUN DÜŞMESİNE NEDEN OLUR.

7) TOP ŞAHİNİN GAGASINDAN DÜŞER.

8) ÇİN EJDERİ TOPU YAKALAR VE FİLE DOĞRU ALÇALIR.

2) KÂSE DOLARKEN KÂTİBİ DÖNDÜRÜR. KÂTİBİN KALEMİ YELKOVAN GÖREVİ GÖRÜR.

9) TOP EJDERİN AĞZINDAN DÜŞÜNCE BİNİCİNİN KOLU HAREKET EDER. KÂSE TEKRAR SUYUN YÜZEYİNE ÇIKAR VE DÖNGÜ YENİDEN BAŞLAR.

1) FİLİN GÖVDESİNDE GİZLENMİŞ SU TANKININ İÇİNDE, ALTINDA KÜÇÜK BİR DELİK OLAN BİR KÂSE YÜZER.

BUNA BENZER OTOMATİK MAKİNELER, EL-CEZERİ'DEN ANCAK 300 YIL SONRA İTALYAN SANATÇI VE MUCİT LEONARDO DA VİNCİ TARAFINDAN TASARLANACAKTI.

BİLİM TARİHÇİSİ DONALD R. HILL, ORTA ÇAĞ ROBOTLARINI YAPAN EL-CEZERİ'Yİ ŞÖYLE TANIMLAR:

ÖNEMİNİ ABARTMAMAK İMKÂNSIZ... O SADECE BİR MUCİT DEĞİL TEORİ BİLEN BİR MÜHENDİSTİ. BİLİMİ VE SANATI BİRLEŞTİREREK MODERN ROBOTLARIN İLK ÖNCÜLERİNİ YAPTI.

BUGÜN ESERLERİ, BİLİM TARİHÇİSİ FUAT SEZGİN'İN KATKILARIYLA İSLAM BİLİM VE TEKNOLOJİ TARİHİ MÜZESİNDE SERGİLENİYOR.

İSMÂİL BİN ER-REZZÂZ EL-CEZERİ (1136 - 1206)

ROBOTİK ALANININ TEMELLERİNİ ATAN, OTOMATİK SİSTEMLERİN ANTİK YUNAN'DA TASARLANAN İLK ÖRNEKLERİNDEN SONRA ÇALIŞABİLEN İLK OTOMATİK MAKİNELERİ YANİ ROBOTLARI YAPAN MÜCİT VE MÜHENDİS.

50 FARKLI OTOMATİK MAKİNE GELİŞTİREN EL-CEZERİ, BUNLARIN NASIL ÇALIŞTIĞINI ÇİZİMLERİYLE BİRLİKTE KİTABINDA ANLATTI.

Bir Proteinden Fazlası

GLÜTEN

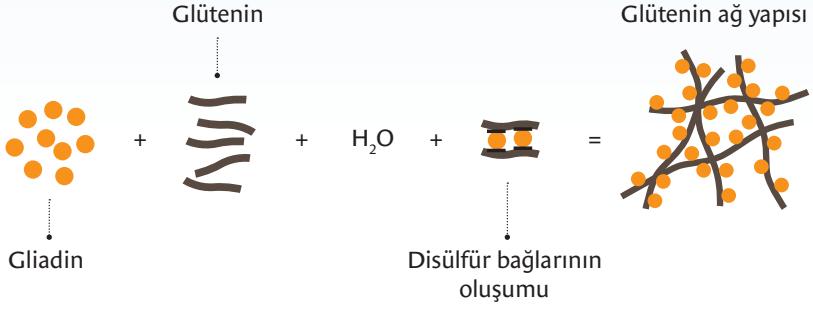
Dr. Özlem Ak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Glüten; buğday, arpa ve çavdarda bulunan, hamura esneklik ve kabarma gücü kazandıran bir protein. Ancak bazı insanlar için glüten yalnızca yiyeceklerle ilgili bir bileşen değil, sağlık sorunlarının da tetikleyicisi. Glüten ile ilişkili en çok bilinen rahatsızlık çölyak hastalığı. Bu otoimmün hastalıkta glüten, ince bağırsağa zarar vererek besin emilimini bozuyor. Ama glütenle ilgili sorunlar sadece çölyakla sınırlı değil. Buğday alerjisi, sinir sistemini etkileyebilen glüten ataksisi, ciltte kaşıntılı ve döküntülerle kendini gösteren dermatitis herpetiformis ve hâlâ netleşmemiş çölyak dışı glüten duyarlılığı da bu gruba giriyor. Araştırmalar, dünya nüfusunun yaklaşık %5'inin glütenle ilişkili bir rahatsızlığa sahip olduğunu gösteriyor. Üstelik bu oran son 50 yılda dört kat artmış durumda. Bilim insanları bu artışı çevresel değişimlerden bağırsak mikrobiyomundaki bozulmalara kadar pek çok faktörle ilişkilendiriyor. Peki glüten gerçekten herkes için zararlı mı yoksa bu sadece gereksiz bir korku mu? Bilim dünyası bu sorunun cevabını hâlâ arıyor.

jarsy / iStock

Bugün birçok gıdanın temel bileşeni olan glütenin hikâyesi, birkaç yüzyıl öncesine uzanan bilimsel merak ve gözleme dayanıyor. Glüten ilk kez 1728 yılında İtalya'nın Bologna kentinde yaşayan kimyager Jacopo Bartolomeo Beccari tarafından tanımlandı. Beccari, buğday ununu suyla yoğurup daha sonra hamuru yıkayarak nişastayı ve suda çözünebilen maddeleri uzaklaştırmayı başardı. Geriye kalan ise bugün glüten olarak tanımlanan, yapışkan, elastik ve proteince zengin bir maddeydi. Beccari'nin şaşırtıcı derecede basit olan bu yöntemi, ilerleyen yıllarda tahıl işleme sanayisinin temelini oluşturacak kadar önem kazandı. Günümüzde ticari glüten üretiminde kullanılan yöntemler bile Beccari'nin bu basit keşfinden türetilerek geliştirilmiş versiyonlardır. Beccari'den sonra 1759'da Johannes Kesselmeyer, glütenin potansiyeline dikkat çeken bir diğer bilim insanı oldu. 1840'ta ise Birleşik Krallık'ta tüketim ürünleri alanında faaliyet gösteren Isaac Reckitt, farklı bir teknikle glüteni ayrıştırmaya çalıştı. Reckitt, buğdayı günlerce suda bekleterek yumuşattı ardından nişastayı süzerek ayırdı ve kalan karışımı yıkayarak glüteni elde etti. 1930'lara gelindiğinde Harry Mattwood Williams, glütenin fermantasyon yoluyla da üretilebileceğini ortaya koydu. Bu yöntem, *Lactobacillus plantarum* gibi bakterilerin un ve su karışımında doğal olarak gelişimine dayanan bir süreçti. "Başlangıç kültürü" olarak bilinen bu karışım, oda sıcaklığında bekletilerek maya ve bakterilerin faaliyete geçmesi sağlandı. Ardından ortaya çıkan karışım tuzla birlikte işlenerek glüten proteinleri ayrıştırıldı. Bugün glüten üretiminde kullanılan gelişmiş biyoteknolojik yaklaşımlar, hâlâ bu öncü bilim insanlarının yaptığı basit ama etkili denemelere dayanıyor. Un, su ve biraz merakla başlayan bu yolculuk, sadece mutfakta değil aynı zamanda gıda teknolojisinin şekillenmesinde de de iz bırakan bir hikâyeye dönüştü.

Glütenin Kimyasal Yapısı



Ekaterina Rabchanyuk / iStock

Ekmekten Kozmetiğe

Buğdaydaki temel proteinlerinden olan glüten, suyla birleşip yoğrulduğunda esnek ve ağ gibi bir yapı oluşturur. Bu yapı, unlu mamullere hacim ve doku kazandırır. Ancak glütenin işlevleri bununla sınırlı değil. Su tutma ve bağlayıcılık özellikleri sayesinde hamburger köftelerinden vejetaryen ürünlere kadar birçok işlenmiş gıdada kullanılarak hem lezzet hem de kıvam açısından katkı sağlar. Hatta kimi zaman katkı maddesi ihtiyacını azaltarak üretimi daha ekonomik hâle getirir. Üstelik glüten, gıda üretimi dışındaki alanlarda da kullanıyor: Kozmetik ürünlerden kâğıt ve ambalaj sanayisine kadar pek çok sektörde doğal bir yapıştırıcı ya da kıvam artırıcı olarak glütenden yararlanılıyor. Kısacası glüten, mutfakta başladığı yolculuğunu farklı sektörlerde sürdüren çok yönlü bir "oyuncu".

Hamurun Ardındaki Moleküler Hikâye

Hamur yoğururken ortaya çıkan o yapışkan, elastik dokunun ardında biyolojik açıdan oldukça karmaşık bir sistem yatar. Glüten sadece gıda teknolojisinin değil aynı zamanda bitki biyolojisinin ve insan sağlığının da önemli bir parçasıdır. Glütenin üç boyutlu yapısı, onu oluşturan amino asitlerin dizilimlerine göre şekillenir. Yapısında bol miktarda bulunan glutamin ve prolin, bu özgün moleküler yapının anahtar bileşenlerinden. Glutamin, çimlenme sürecinde bitkinin ihtiyaç duyduğu azotu sağlar. Prolin ise protein zincirinde bükülmelere neden olarak glütenin sıkı ve yoğun bir ağ yapısı oluşturmasına katkıda bulunur. Bu özel yapı sayesinde glüten yalnızca fiziksel değil, biyolojik açıdan da dikkat çeken bir moleküldür.

Glüten iki ana protein grubundan oluşur: gliadinler ve glüteninler. Gliadinler, çölyak hastalığı gibi bağışıklık sistemi hastalıklarında tetikleyici rol oynayan, tek zincirli proteinlerdir. Suda çözünürlüğü düşüktür ancak etanol gibi çözücülerle ayrıştırılabilirler. Glutamin ve prolin açısından zengin olan gliadinler, kıvrımlı yapıları sayesinde mide mukus tabakasına tutunabilir. Bu özellikleriyle hem yapısal hem de biyolojik etkileşimlerde rol oynarlar.

Glüteninler ise glütene esneklik ve dayanıklılık özelliklerini kazandıran büyük protein kompleksleridir. Bu proteinler, aralarında kurdukları disülfür

Voren1 / iStock

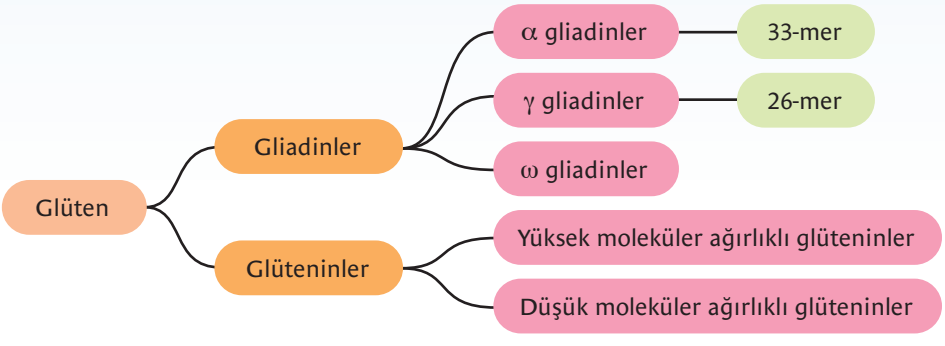
bağları ile güçlü bir ağ yapısı oluşturur. Glüteninler, molekül ağırlıklarına göre ikiye ayrılır: Yüksek molekül ağırlıklı ve düşük molekül ağırlıklı glüteninler. Yüksek molekül ağırlıklı glüteninler, uzun zincirli yapılarıyla hamura esneklik kazandırırken düşük molekül ağırlıklı glüteninler yapının sağlamlığına katkıda bulunur. Yüksek molekül ağırlıklı glüteninlerin amino asit diziliminde, belirli bölümler düzenli olarak tekrar eder ve tekrar eden bu gruplar protein zincirleri arasında düzenli bağlanmaların oluşmasını sağlar. Ayrıca glüteninlerin yapısal özellikleri, tahılın olgunlaşması ve unun işlenmesi sürecinde zamanla değişime uğrayabilir.

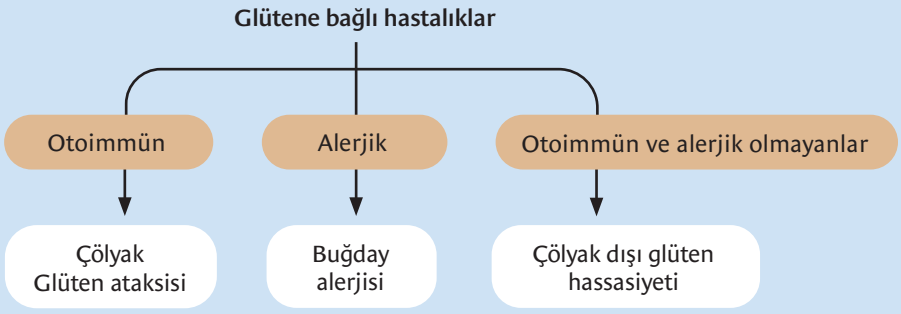
Gliadin ve glütenin proteinlerinde hem moleküllerin içinde hem de moleküller arasında kurulan disülfür bağları güçlü bir protein ağı oluşmasına imkân tanır. Bu bağların oluşumunda, glütenin yapısında az miktarda bulunan sistein amino asidi önemli rol oynar. Gliadin moleküllerinde genellikle 3 ya da 4, glüteninlerde ise hem zincir içinde hem zincirler arasında çok sayıda disülfür bağı bulunur. Bu bağlar sayesinde pişirme sırasında hamur kabarır, şeklini korur ve çiğneme sırasında kendine has elastik dokusunu kazanır.

AndreyPopov / iStock

Glütenle Bağlantılı Hastalıklar: Bir Protein, Birçok Tepki

Glüten, yiyeceklerin bileşiminde bulunan sıradan bir protein gibi görünse de bazı bireyler için ciddi sağlık sorunlarının kaynağı olabilir. Bilim insanları bu tabloyu "glütene bağlı hastalıklar" başlığı altında inceliyor. En yaygın örnek çölyak hastalığı olsa da kaşıntılı cilt döküntülerine yol açan dermatitis herpetiformis ve denge bozukluklarıyla seyreden glüten ataksisi gibi farklı glüten duyarlılığı türleri de bulunuyor. Ayrıca bağışıklık sisteminin glütene tepki verdiği ancak çölyakta görülen tipik doku hasarlarının oluşmadığı bir





durum da mevcut. Çölyak dışı glüten hassasiyeti adı verilen bu olgu daha az bilinse de toplumda görülme sıklığı her geçen gün artıyor.

Çölyak hastalığı, genetik olarak yatkın bireylerde -özellikle HLA-DQ2 veya DQ8 genotipine sahip olanlarda- glüten tüketimiyle tetiklenen kronik bir otoimmün bozukluktur. İnce bağırsağın iç yüzeyini kaplayan ve besin emilimini sağlayan villus yapıları bu süreçte zarar görür. Bu hasar büyüme geriliğinden kemik erimesine, demir eksikliği anemisinden diğer otoimmün hastalıklara kadar pek çok soruna yol açabilir. Tanı için en yaygın kullanılan yöntem, kandaki doku transglutaminaz (tTG) antikorlarının ölçülmesidir. Bu test hem yüksek doğruluk sunar hem de tanı sürecini kolaylaştırır.

Hastalığın biyolojik düzeydeki ilerleyişi de oldukça dikkat çekici: Glütenin α-gliadin gibi bileşenleri bağırsakta tam parçalanamadığında zonulin adı verilen bir maddenin salınmasına neden oluyor. Zonulin, bağırsak hücrelerinin arasındaki sıkı bağlantıları gevşeterek glüten parçalarının bağırsak duvarını aşıp bağ dokusundaki bağışıklık hücrelerine ulaşmasını kolaylaştırıyor. Bu noktada devreye giren transglutaminaz 2 (tTG) enzimi, glütenin yapısında değişikliğe neden olarak bağışıklık hücreleri tarafından daha kolay tanınmasını sağlıyor. CD4+ T adlı bağışıklık hücreleri bu yapıyı tanıyor, bağışıklık tepkisi başlıyor ve sonuçta ince bağırsakta enflamasyon oluşuyor.

Bilim insanları, bu süreci tetikleyen glüten parçalarını tek tek tanımlıyor. Bunlar arasında 33 amino asitten oluşan ve "33-mer" adı verilen bir peptit özellikle dikkat çekiyor. Bu glüten parçası, çölyak hastalarının bağışıklık sisteminin en güçlü şekilde yanıt verdiği yapılardan biri. Ayrıca 25-mer, 18-mer ve 17-mer gibi kısa versiyonları da benzer şekilde etkili. Sadece α-gliadin değil, ω-gliadin ve γ-gliadin gibi diğer bileşenleri de aynı şekilde bağışıklık sistemini tetikleyebiliyor. Tüm bu bulgular, gelecekte çölyak hastalığının tedavisinde yeni yaklaşımlar geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Araştırmacılar günümüzde glütenin bağırsakta nasıl işlendiğini, bu süreçte hangi enzimlerin devreye girdiğini ve hangi mikrobiyal etkileşimlerin bağışıklık yanıtını tetiklediğini inceliyor. Amaç, glüten parçalarının bağışıklık hücreleri tarafından tanınmasına yol açarak bu süreci başlatan antijen sunum mekanizmasını engelleyen ilaçlar geliştirmek. Böylece çölyak hastaları da glütensiz diyet zorunluluğu olmadan yaşamlarını sürdürebilir.

Dermatitis Herpetiformis: Ciltte Görülen Çölyak Hastalığı

Dermatitis herpetiformis, çölyak hastalığının ciltte görülen özel bir türüdür. Halk arasında "çölyak döküntüsü" olarak da bilinen bu rahatsızlık yoğun kaşıntıya, ciltte kabarcıklı lezyonlara ve genellikle vücudun dirsekler, dizler, kalça ya da sırt gibi bölümlerinde döküntülere neden olabiliyor. Hastalığın tetikleyicisinin glütenin içerdiği proteinler olduğu kabul ediliyor. Özellikle α-gliadin grubundaki bazı protein parçaları, bağışıklık sistemini uyararak hem bağırsakta hem de ciltte enflamasyonu başlatabiliyor.

Dermatitis herpetiformisin temelinde bağışıklık sisteminin anormal çalışması yatıyor. Deri altında biriken IgA antikorları ile

epidermal transglutaminaz enzimi, bağışıklık sisteminin cilt dokusunu hedef almasına neden oluyor. Hastaların büyük bir kısmında aynı zamanda glüten hassasiyeti de bulunuyor. Bu kişilerin çoğunda bağırsak yüzeyinde hasar görülse de klasik çölyak belirtileri her zaman ortaya çıkmayabiliyor. Hatta hastaların yaklaşık üçte ikisinde bağırsağın emici yüzeyindeki villus yapılarında yapısal olarak bozulmalar gözlenmiş, bazı durumlarda bağışıklık hücrelerinde artış da tespit edilmiş. Dermatitis herpetiformis, çölyak tanısı alan bireylerin yaklaşık %10-25'inde görülüyor. HLA-DQ2 ile HLA-DQ8 genlerinin bu hastalıkla da yakından ilişkili olduğu biliniyor.

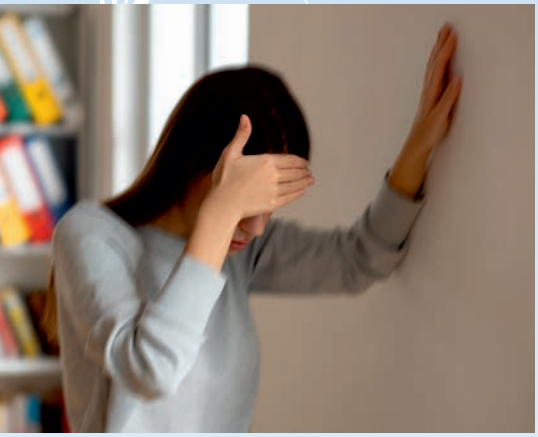
Glüten Ataksisi: Beynin Denge Merkezi Glütene Karşı Savunmada

Bazı durumlarda glütenin hedefi beyin olabiliyor. Özellikle "glüten ataksisi" adı verilen nörolojik rahatsızlıkta bağışıklık sistemi, glütene karşı ürettiği antikorları yanlışlıkla beyindeki denge merkezine yani beyinciğe yöneltiyor. Bu süreçte en çok zarar gören hücreler ise hareket ve koordinasyondan sorumlu olan Purkinje hücreleri oluyor.

Glüten ataksisi, kişinin yürüyüşünü etkileyecek düzeyde denge kayıplarına, kas kontrolünde bozulmalara ve bazı durumlarda epilepsi benzeri nöbetlere neden olabiliyor. Son yıllarda yapılan çalışmalar, nedeni açıklanamayan denge sorunlarının hatırı sayılır bir kısmında glütenin etkisi olabileceğini ortaya koyuyor. Hatta bazı araştırmalara göre bu vakaların %40'ı glüten ataksisine bağlı olabiliyor. Genel tabloya bakıldığında ise tüm ataksi (denge bozukluğu) vakalarının yaklaşık %15'inin glütenle ilişkili olduğu tahmin ediliyor.

Bu hastalıkta yalnızca çevresel faktörler değil, genetik yatkınlık da rol oynuyor. Glüten ataksisi görülen bireylerin çoğunda çölyak hastalığıyla bağlantılı olan HLA-DQ2, HLA-DQ8 ve HLA-DQ1 genleri tespit edilmiş. Yani bazı bireylerde bağışıklık sistemi, glütene karşı o kadar aşırı tepki veriyor ki beyin hücrelerini dahi tehdit olarak algılayıp onlara

Ulada / iStock



bymuratdeniz / GettyImages

saldırıyor. Bu tepkinin nedeni, glüten proteinlerinin bazı bölümlerinin beyincikteki Purkinje hücrelerinin yüzey yapılarıyla benzerlik göstermesi. Bağışıklık sistemi glüteni hedef aldığını sanırken aslında beyne zarar veriyor. Üstelik bireyler glüten içeren gıdalar tüketmeye devam ettikçe bu zarar ilerliyor. Ne yazık ki erken teşhis konmazsa bu durum zamanla geri döndürülemez bir beyin hasarına yol açabiliyor. Örneğin glüten ataksisi tanısı almış hastaların yaklaşık %60'ının beyin görüntülemelerinde beyincik hacminde küçülme saptanmış. Bu da glütenin yalnızca sindirim sistemi değil, sinir sistemi üzerinde de yıkıcı etkiler oluşturabileceğini açıkça gösteriyor. Bu nedenle açıklanamayan denge bozukluklarında glütene karşı bir duyarlılık olup olmadığının da mutlaka göz önünde bulundurulması öneriliyor.

Ne Çölyak Ne Alerji

Glütenin sindirim sistemi ya da genel sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinin nedeni her zaman çölyak hastalığı ya da buğday alerjisi olmayabilir. İşte tam bu noktada "çölyak dışı glüten hassasiyeti" adı verilen, tıbbın henüz tam olarak tanımlayamadığı ama birçok kişinin hayat kalitesini düşüren bir durum karşımıza çıkıyor.

Çölyak dışı glüten hassasiyeti, glütenli gıdalar tüketildiğinde ortaya çıkan rahatsızlıkların, çölyak ya da klasik alerjik reaksiyonlarla açıklanamadığı durumları kapsıyor. Bu bireylerde karın ağrısı, gaz, şişkinlik gibi sindirim sorunları görülebileceği gibi baş ağrısı, yorgunluk, eklem ağrısı ve dikkat dağınıklığı gibi sindirim dışı şikâyetler de oldukça yaygın.

Çölyak dışı glüten hassasiyetinin nedeni ise hâlâ tam olarak bilinmiyor. Ancak bilim insanları üç olasılık üzerinde duruyor: Glütenin bağışıklık sisteminde hafif ama rahatsız edici bir tepki yaratması, vücudun glüteni tam sindirememesi ya da tamamen psikolojik bir etki olan nocebo etkisi yani kişinin glüteni zararlı sanarak kendini kötü hissetmesi gibi açıklamalar üzerinde araştırmalar yapılıyor.

Toplumda bu hassasiyetin ne kadar yaygın olduğu ise net değil. Ancak bazı araştırmalara göre insanların %0,5 ila %13'ü kendini glütene karşı hassas olarak tanımlıyor. Çölyak dışı glüten hassasiyetinin görülme sıklığı, çölyak hastalığından daha yüksek olabilir. Tanı koymak da oldukça güç. Çünkü belirtiler çoğu zaman huzursuz bağırsak sendromu gibi toplumda yaygın olarak görülen diğer sindirim sorunlarınınkine benziyor. Şu anda çölyak dışı glüten hassasiyetini doğrulayacak özel bir laboratuvar testi yok. Bu nedenle tanı süreci, diğer olasılıklar elenerek ve beslenme alışkanlıkları dikkatli bir şekilde takip edilerek yürütülüyor.

Glüten Nişastayı da Etkiliyor

Glütenin, karbonhidratların sindirimi üzerinde de etkili olduğu ortaya çıktı. Çinli araştırmacıların 2021 yılında yürüttüğü bir çalışmaya göre glütenin buğdaydaki nişastanın sindirilme sürecine doğrudan müdahale edebileceği düşünülüyor. Özellikle glütenin parçalanmış formda bulunduğu durumlarda α-amilaz enziminin etkinliği azalıyor. Sindirim sisteminde önemli rolü olan bu enzimin etkinliğindeki azalma nişastanın parçalanma ve enerjiye dönüştürülme sürecini zorlaştırabiliyor. Yani glüten, dolaylı yoldan karbonhidratların sindirimini de yavaşlatan bir etken olabilir.

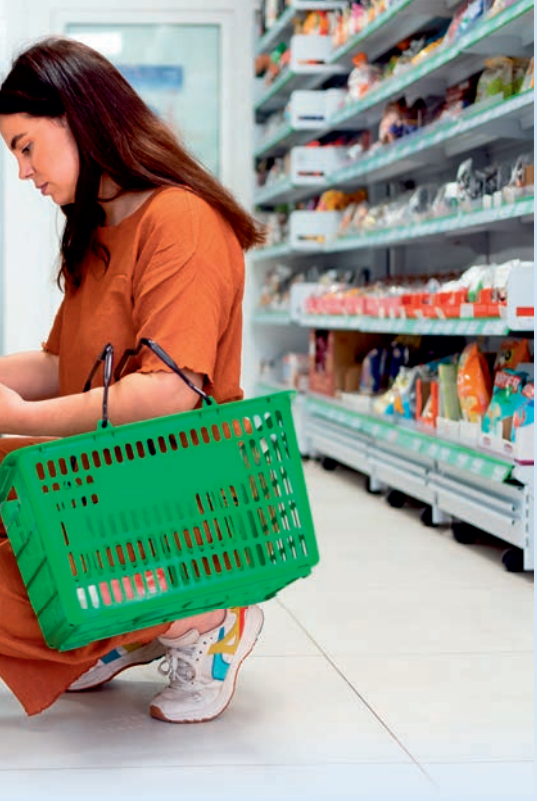
Glüten ve Sızdıran Bağırsak

Almanya'daki Bielefeld Üniversitesinden bilim insanları, glütenin yalnızca bağışıklık sistemini olumsuz etkilemediğini, doğrudan bağırsak hücrelerine zarar verebileceğini gösteren önemli bir çalışmaya imza attı. Araştırmada glütenin özellikle "33-mer" adı verilen küçük bir parçasının çölyak hastalarında bağırsak hücrelerinin yüzeyinde birikerek "oligomer" denen kümeler oluşturduğu ortaya kondu. Bu yapılar, hücreler arasındaki sıkı bariyeri gevşeterek zararlı maddelerin bağırsaktan kana geçmesine ve "sızdıran bağırsak sendromu" olarak bilinen tabloya yol açabiliyor. Geçirgenliği artan bağırsak duvarı sadece sindirimi değil, bağışıklık sistemini de etkileyerek vücutta yaygın enflamasyona ve yorgunluk, cilt sorunları, nörolojik bozukluklar gibi çeşitli şikâyetlere neden olabiliyor. Bielefeld ekibinin bulguları, glütene bağlı hastalıkların yalnızca bağışıklık sistemiyle değil, bağırsak hücrelerinin fiziksel yapısıyla da ilişkili olabileceğini ortaya koyuyor. Bu da gelecekte bağışıklık sistemiyle birlikte hücresel düzeyde de etkili olan tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi gerektiğini gösteriyor.

Glütensiz Beslenme: Moda mı Mecburiyet mi?

Glütensiz beslenme, başlangıçta çölyak hastaları için zorunlu bir tedavi yöntemiyken günümüzde sosyal medyanın ve "temiz beslenme" akımlarının etkisiyle popüler bir beslenme tarzına dönüştü. Bugün gıdadan kozmetiğe birçok üründe "glütensiz" etiketi görsek de bilimsel veriler glütenin yalnızca toplumun yaklaşık %1 gibi çok küçük bir kısmında sağlık sorunlarına neden olduğunu gösteriyor. Buna rağmen glütene bağlı bir sağlık sorunu tanısı almamış pek çok kişi de glütensiz diyete yöneliyor. Bazı bireyler bu beslenme şeklinin faydasını gördüklerini dile getiriyor olsa da uzun vadede glütensiz ürünlerin lif, B grubu vitaminleri ve demir gibi temel besin ögeleri açısından yetersiz kalabileceği, bu nedenle besin eksikliklerine yol açabileceği biliniyor.

Üstelik glütensiz beslenmeye rağmen devam eden sindirim sorunlarının nedeni çoğu zaman glüten değil, başka maddeler olabilir. Örneğin bazı karbonhidratlar (FODMAP yani Fermente Edilebilir Oligosakkaritler, Disakkaritler, Monosakkaritler ve Polioller), pirinç unu, mercimek veya bazı meyvelerde bulunur ve bağırsakta gaz, şişkinlik gibi sindirim sorunlarına yol açabilir. Ayrıca glütensiz gıdaların içeriğindeki nikel miktarı yüksektir. Bu durum nikel hassasiyeti olan bireylerde sindirim sorunlarına ya da ciltte alerjik reaksiyonlara neden olabilir. Fermente gıdalar ya da uzun süre beklemiş konserveler gibi histamin içeriği yüksek besinler ise bazı kişilerde migren, kaşıntı veya mide problemleri benzeri şikayetlere neden olabilir.



Abraham Gonzalez Fernandez / iStock

Tüm bu veriler, glütensiz beslenmenin herkese uygun bir "sağlıklı yaşam reçetesi" olmadığını ortaya koyuyor. Dahası bazı glütensiz ürünlerde üretim sürecindeki aksaklıklar nedeniyle gluten kalıntıları bulunabiliyor ki bu da çölyak hastaları için risk oluşturabiliyor. Bu yüzden uzmanlar yalnızca tıbbi tanı konmuş bireylerin glütensiz diyete yönelmesini, bu diyeti uygulayanların ise gluten dışında sindirim sorunlarına neden olan diğer potansiyel tetikleyicileri de göz önünde bulundurmasını öneriyor.

Tamer Yilmaz / iStock

Glütenle İlgili Hastalıklarda Yeni Tedavi Umutları

Glütensiz beslenme, özellikle çölyak hastaları için bugün hâlâ tek geçerli ve etkili tedavi yöntemi. Ancak bu katı diyet, yalnızca belirli gıdalardan uzak durmayı değil, yaşamın birçok alanında kullanılan ürünlerin içeriklerini kontrol etmeyi zorunlu kılıyor. Buğday, arpa ve çavdarın yanı sıra ilaçlar, kozmetik ürünler ve hatta oyuncakların üretiminde kullanılan katkı maddeleri bile gluten içerebiliyor. Üstelik ürün etiketlerinde "glütensiz" ifadesi yer alsa bile üretim sırasında farklı ürünlerin birbirine temas etmesi sonucu ortaya çıkabilecek bulaşma riski çölyak hastaları için ciddi sonuçlar doğurabiliyor.

Bu zorlukların farkında olan bilim dünyası, glütensiz diyeti daha sürdürülebilir, daha az kısıtlayıcı ve daha güvenli hâle getirmek amacıyla yoğun araştırmalar yürütüyor. En umut verici yaklaşımlardan biri, glütenin bağışıklık sisteminde sorun yaratan yapısını özel enzimlerle parçalayıp etkisizleştirme yöntemi. Enzimatik hidroliz adı verilen bu teknikte gluten, küçük parçalara ayrılarak sindirimi kolaylaştırılıyor. Çalışmalar, bu yöntemle bağışıklık sisteminin verdiği tepkinin azaltılabildiğini ortaya koyuyor.

Geleneksel yöntemlerden ekşi mayalı fermantasyon da glütensiz diyet yaklaşımlarında olası çözüm yöntemlerinden biri olarak değerlendiriliyor. Bu teknik sayesinde bazı hamur işlerinde gluten miktarı düşürülerek çölyak hastalarının daha kolay tolere edebildiği ürünler elde edilebiliyor. Ancak bu ürünlerin glütensiz olarak sınıflandırılabilmesi için laboratuvar testlerinde gluten içeriğinin milyonda 20 birimin altında olduğunun doğrulanması gerekiyor.

Daha ileri düzeyde geliştirilen yaklaşımlar arasında genetik müdahaleler öne çıkıyor. CRISPR/Cas9 gibi gen düzenleme teknikleri ile buğdayın genetik yapısı değiştirilerek bağışıklık tepkisine neden olmayan hatta besin değeri artırılmış yeni türler üretilmesi hedefleniyor. Canlı hücrelerde hangi genlerin nasıl aktif olacağını belirleyen ve kontrol eden bir sistem olan "RNA girişim" (RNAi) teknolojisiyle de özellikle glütenin bağışıklık sistemini tetikleyen bileşeni olan gliadin proteininin üretimi durdurulabiliyor. Bu çalışmalar, geleneksel buğdayın lezzet ve yapısını koruyarak çölyak hastaları için daha güvenli hâle getirilmesini mümkün kılabilir.

Laboratuvar ortamında test edilen bir başka yöntem, glüteni sindirim sisteminde yakalayıp bağlayan polimer teknolojisi.

Bu özel moleküller, glütenle kimyasal bağ kurarak onu etkisizleştiriyor. Bu yöntemin özellikle kazara gluten tüketildiğinde ortaya çıkan semptomları önlemede etkili olabileceği düşünülüyor. Bununla birlikte glütenin bağışıklık sistemine antijen olarak tanıtılmasını engelleyen biyolojik ajanlar ve inflamasyonu baskılayan doğal maddeler de (örneğin polifenoller) deneysel aşamada umut verici sonuçlar veriyor.

Bazı probiyotik türleri, bağışıklık sistemini düzenleyerek glütene karşı oluşan aşırı tepkileri dengeleyebiliyor. Hatta bağışıklık sisteminde tolerans geliştirmeye yönelik kontrollü olarak uygulanan parazit tedavilerinin bile araştırıldığı bildiriliyor.

Tüm bu bilimsel çabalar yalnızca sağlıkla ilgili değil, ekonomik ve çevresel açılardan da büyük önem taşıyor. Küresel glütensiz ürün pazarı 2020 yılında yaklaşık 5,6 milyar dolarlık bir hacme ulaşmıştı. 2025 yılında bu rakamın 8,3 milyar doları aşması bekleniyor. Ancak bu büyüme sadece çölyak hastaları ya da tıbbi zorunluluk nedeniyle glütensiz beslenmesi gereken bireylerin oluşturduğu talep artışından kaynaklanmıyor. Sağlıklı yaşam trendleri, sosyal medya etkisi ve "glüten içermez" etiketlerine duyulan güven, bu pazarın hızla büyümesini sağlıyor.

Ne var ki glütensiz ürünlere artan talep, çevresel açıdan bazı sorunları da beraberinde getiriyor. Pirinç unu, mısır nişastası, kinoa gibi alternatif ham maddeler çoğunlukla ithalatla temin ediliyor ve bu ürünlerin tarımsal üretim süreçleri geleneksel tahıllarınkine kıyasla daha fazla enerji ve su gerektiriyor. Glütensiz bisküvilerin çevresel etkisini inceleyen çalışmalar, bu ürünlerin karbon ayak izinin ve su tüketiminin, glüten içeren geleneksel bisküvilerden yüksek olduğunu ortaya koyuyor. Ayrıca alternatif ürünlerin belirli bir bölgede uzun süre tek tür şeklinde yetiştirilmesi toprak erozyonuna ve biyolojik çeşitlilik kaybına da yol açabiliyor.

Bilim dünyası bu nedenle glüteni tamamen hayatımızdan çıkarmaktan çok glütenin tüketimini güvenli hâle getirmek üzerine yoğunlaşıyor. Henüz hiçbir yöntem glütensiz diyete olan ihtiyacı tamamen ortadan kaldırabilecek düzeyde etkili olmasa da geliştirilen çözümler sayesinde bu diyetin daha az kısıtlayıcı, yönetilebilir ve sürdürülebilir olması mümkün olabilir. Bu da yalnızca çölyak hastalarının yaşam kalitesini artırmakla kalmaz aynı zamanda sağlık politikaları, gıda üretimi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da yeni yol haritaları geliştirilmesini sağlayabilir.

Alexey Krukovsky / iStock

Bilinçli Bir Dengede Buluşmak

Glütensiz beslenme; çölyak hastalığı, buğday alerjisi ya da doktor tarafından tanımlanmış çölyak dışı glüten hassasiyeti olmayan bireyler için her zaman faydalı değil. Aksine gereksiz kısıtlamalar beslenmedeki çeşitliliği azaltabilir, mikrobesin ögelerinde eksikliklere neden olabilir ve sürdürülebilir beslenmeyi olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle bireylerin glütensiz diyeti uygulamaya başlamadan önce mutlaka hekim ve beslenme uzmanına başvurması ve tanı testleriyle glütensiz diyet gerekliliğinin doğrulanması öneriliyor. "Herkes glütensiz beslenmeli" gibi genellemeleri benimsemek yerine glütene karşı vücudun verdiği tepkiyi bilimsel yöntemlerle ortaya koymak büyük önem taşıyor. Gelecekte belki de "glütensiz" yerine "glüten hassasiyetini dikkate alan bir beslenme anlayışı" gelişecek. Ancak uzmanlar glütene dair tüm kararların bilimsel veriler ışığında, dikkatli bir şekilde ve her bireyin mevcut sağlık durumu gözetilerek verilmesi gerektiğine dikkat çekiyor ve bu yaklaşımın yalnızca bireysel değil, toplum sağlığı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli bir adım olacağını vurguluyor. ■

bit245 / iStock

Kaynaklar

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202317552
https://www.mdpi.com/2072-6643/17/2/220
https://doi.org/10.3390/nu17020220
https://www.mdpi.com/2072-6643/16/23/4236
https://www.frontiersin.org/journals/pediatrics/articles/10.3389/fped.2025.1562073/fullhttps://www.sciencealert.com/scientists-finally-identified-where-gluten-reactions-start
https://www.sciencedaily.com/releases/2024/05/240516122605.htm

Tekno Yaşam

Gürkan Caner Birer [*teknoyasam@tubitak.gov.tr*

Vibe Hacking

Son dönemde popülerleşen *vibe coding* kavramı, geliştiricilerin yapmak istedikleri işlemleri teknik detaylarla açıklamadan doğal ifadeler kullanarak tanımladıkları yapay zekâ destekli bir yazılım geliştirme yaklaşımıdır. Bu sayede GPT-o3, Claude 3.7 veya GitHub Copilot gibi büyük dil modellerine "modern bir giriş formu tasarla" gibi günlük dilde bir komut vererek çalışan kod parçaları ürettirilebilir. Ancak bu yaklaşım, siber güvenlik sistemlerinde *vibe hacking* adı verilen yeni bir riskin ortaya çıkmasına neden oldu. Kötü niyetli kullanıcıların sohbet robotları aracılığıyla zararlı yazılımlar üretebilmesi anlamına gelen *vibe hacking* ilk anda endişe verici gelse de durum o kadar tehlikeli değil. Bu tür kötü niyetli girişimler ile güvenlik açıklarından faydalanan basit zararlı yazılımlar geliştirilebilir. Ancak büyük çaptaki siber saldırılar için çok daha profesyonel ekipler gerekiyor.

Tecrübeli saldırganlar, antivirüs yazılımları tarafından tespit edilmemek için kodunu değiştiren polimorfik malware yazılımlar, içeriği kişiye özel olarak değiştirilen e-posta ya da mesajlarla yapılan oltalama saldırıları ya da daha önce tespit edilmemiş güvenlik açıklarını kötüye kullanan zero-day exploit yöntemi ile aynı anda çok sayıda hedefe siber saldırılar düzenleyebiliyor. Bu nedenle zararlı yazılımı yapısından tanıyan geleneksel savunma yöntemlerinin yerini değişen siber saldırı türlerine uyum sağlayabilen, büyük dil modelleri destekli güvenlik mimarileri alacak gibi görünüyor. İlk otonom siber güvenlik sistemlerinden biri olan XBOW tarafından geliştirilen güvenlik platformu HackerOne'ın en çok tercih edilen araç hâline gelmesi, yapay zekâ destekli siber güvenlik sistemlerinin potansiyelinin somut bir kanıtı.

https://bit.ly/vibe-hacking

Starlink Donanımı Artık Ücretsiz

SpaceX'in Starlink uydu internet hizmeti, 12 aylık abonelik taahhüdü veren kullanıcılara anteni, yönlendiriciyi ve kablolardan oluşan Starlink ekipman setini ücretsiz sunuyor. Kampanya ABD, Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda ve bazı Avrupa ülkelerinde geçerli. Uydular üzerinden sağlanan yüksek hızlı internet, fiber veya kablolu internet altyapısının kurulumunun ekonomik olmadığı kırsal bölgelerde yaşayanların eğitim, sağlık ve kamu hizmetlerine erişimini kolaylaştırabilir ve afet zamanlarında iletişim için yedek altyapı işlevi görebilir. Amazon'un Project Kuiper'ı gibi girişimlerin artmasıyla gelişmeye devam eden uydu internet pazarı, gelecekte küresel iletişim altyapısında kritik rol üstelenebilir. Starlink'in Türkiye'de lisanslama süreci devam ettiğinden henüz ülkemizde hizmet vermiyor.

https://bit.ly/44eSh8O

NFC Gelişiyor

Temassız ödeme teknolojisi NFC'nin yeni sürümü tanıtıldı. NFC Forum'un NFC Release 15 güncellemesi, temassız ödeme menzilini 5 mm'den 2 cm'ye çıkararak akıllı saat ve yüzüklerdeki hizalama sorununu çözüyor. Önceki versiyonda bu tür küçük giyilebilir cihazlardaki NFC antenlerinin, ödeme noktasına tam olarak denk getirilmesi için hassas bir şekilde konumlandırılmaları gerekiyordu.

Bu sürümde gelen NFC Digital Product Passport (NDPP) desteği ise telefonları doğrudan POS'a dönüştürerek küçük işletmelerin ve mobil satış yapanların pos cihazı olmadan ödeme almasına imkân sağlıyor.

Uyumlu cihazların piyasaya çıkması birkaç yılı bulacak olsa da giyilebilir akıllı cihazlar ve IoT'nin yaygınlaşması ile NFC'nin kullanım alanının hızla genişleyeceği öngörülüyor.

https://bit.ly/46mCSEI

Stablecoin Yaygınlaşıyor

Stablecoin'ler değeri genellikle dolara sabitlenmiş dijital paralardır. Blok zincir ağları üzerinden 7/24 çalışan bu varlıklar, daha düşük işlem ücretleri ile geleneksel bankacılık sınırlamaları olmaksızın uluslararası para transferleri yapılmasını sağlıyor. Ayrıca Bitcoin gibi kripto paralarda yaşanan anlık fiyat dalgalanmalarının tersine istikrarlı bir alışveriş aracı olarak öne çıkıyorlar. Visa, stablecoin ile ödeme yapılmasını sağlayan sistemi Orta ve Doğu Avrupa, Orta Doğu ve Afrika bölgesinde etkinleştirdi. Stripe ise 101 ülkede işletmelere dijital hesap altyapısı sunan Stablecoin Financial Accounts ile stablecoin bakiyesi tutma, ACH/SEPA yoluyla tahsilat yapma ve küresel kripto transferi gerçekleştirme imkânı sunuyor. Stripe'ın satın aldığı Bridge platformu, finansal teknoloji şirketlerinin stablecoin cüzdanına bağlı Visa kartları çıkarmasını da mümkün kılıyor.

https://bit.ly/4lGCDZM

Yapay Zekâ Veri Merkezleri

Yapay zekâ teknolojilerinde modellerin eğitilmesi ve çıkarım işlemleri için paralel hesaplama yapabilen yüksek performanslı binlerce GPU (grafik işlem birimi) kullanılır. GPU tabanlı yapay zekâ veri merkezlerinin güç ihtiyacı çok yüksektir. Bu sistemler çok fazla ısı ürettiğinden sıvı soğutma ile soğutulur. Ayrıca saniyede 400-800 gigabit veri aktarımını destekleyen ağlara ihtiyaç duyar. Geleneksel CPU (merkezi işlem birimi) temelli veri merkezlerinin sahip olduğu altyapılar bu gereksinimleri karşılayamaz.

Dünyada yalnız 32 ülkede bulunan yapay zekâ veri merkezlerinin yarısı beş ülkede yoğunlaşmıştır. Oxford İnternet Enstitüsü, bulut servis sağlayıcılarının bulunduğu 225 bölgenin 132'sinde yapay zekâ işlemlerini hızlandıran altyapılar bulunduğunu belirledi. McKinsey şirketinin tahminlerine göre dünya genelinde yapay zekâ veri merkezlerinin güç talebinin 2023 ile 2030 yılları arasında yıllık %20 artarak 171-219 gigawatt'a çıkacağı öngörülüyor. Ancak bu artışın küresel ısınmaya olumsuz bir etkisi olacak. Accenture, 2030'da yapay zekâ veri merkezleri kaynaklı karbondioksit salınımının bugün havacılık sektörünün neden olduğu toplam emisyon miktarını aşacağını tahmin ediyor.

https://bit.ly/45Oe20h

Yapay Zekâ Telif Savaşları

Yapay zekâ sistemlerinin telif hakkıyla korunan eserler kullanılarak eğitilmesi durumunda telif sahiplerinden izin alınmasına gerek olup olmadığıyla ilgili telif yasalarında belirsizlikler bulunuyor. Bu konuda açılan davaların mahkeme süreçleri devam ediyor. 2023'ten itibaren sanatçılar, yazarlar ve yayıncılar Alphabet, Meta ve OpenAI gibi büyük dil modelleri geliştiren şirketlere karşı yasal işlem başlattı.

Geçen yıl müzik endüstrisinin en büyük şirketlerinden bazıları, yapay zekâ teknolojileri kullanarak müzik parçaları üreten Suno ve Udio uygulamalarını dava etti. Disney ve Universal ise yapay zekâya dayalı görsel platformu Midjourney'ye telif ihlali davası açtı. Bu prodüksiyon şirketleri, modellerini yetkisiz kopyalarla eğiten Midjourney'nin, kullanıcılar özellikle talep etmese de Spider Man gibi tescilli karakterlere ait görseller ürettiğini iddia ediyor. 2024'te 300 milyon dolar gelir açıklayan şirketten, telif hakkı ihlal edilen her görsel için 150 bin dolara varan tazminat isteniyor.

Bir davada, yapay zekâ destekli hukuki araştırma servisi Ross Intelligence'ın modellerini, hukuki kararları ve bu kararların analizlerini dijital veri tabanlarında ücretli olarak sunan Thomson Reuters şirketi tarafından üretilen içerikler ile eğitmesinin adil kullanım hakkı sayılamayacağına hükmedildi. Gerekçe olarak, yapay zekâ modelinin Thomson Reuters'ın ürünleriyle benzer amaçla kullanılabilecek içerikler üretmesi nedeniyle şirketin satışlarına zarar verebilecek olması gösterildi. Adil kullanım hakkı, telif haklarıyla korunan bir eserin belirli koşullar altında telif sahibinden izin istenmeksizin sınırlı şekilde kullanılmasına olanak tanıyan ilkedir.

Başka bir davada yapay zekâ destekli kişisel asistan Claude AI'ın geliştiricisi Anthropic'in telif hakkıyla korunan kitapları, modellerini eğitmek için kullanmasının adil kullanım kapsamında olduğuna karar verildi. Karar, büyük dil modellerinin telif hakkıyla korunan metinlerle eğitilebilmesinin yasal olduğuna dair emsal oluşturuyor. Gerekçede, sisteminin binlerce yazılı eserden bilgi toplayarak kendi metinlerini üretmesinin kopyalama değil özgün içerikler ortaya koyması nedeniyle dönüştürücü olarak nitelenebileceğini belirtildi. Böylece yasalara uygun şekilde erişilen verilerin, yapay zekâ modellerinin eğitiminde kullanmasının önü açılmış oldu. ■

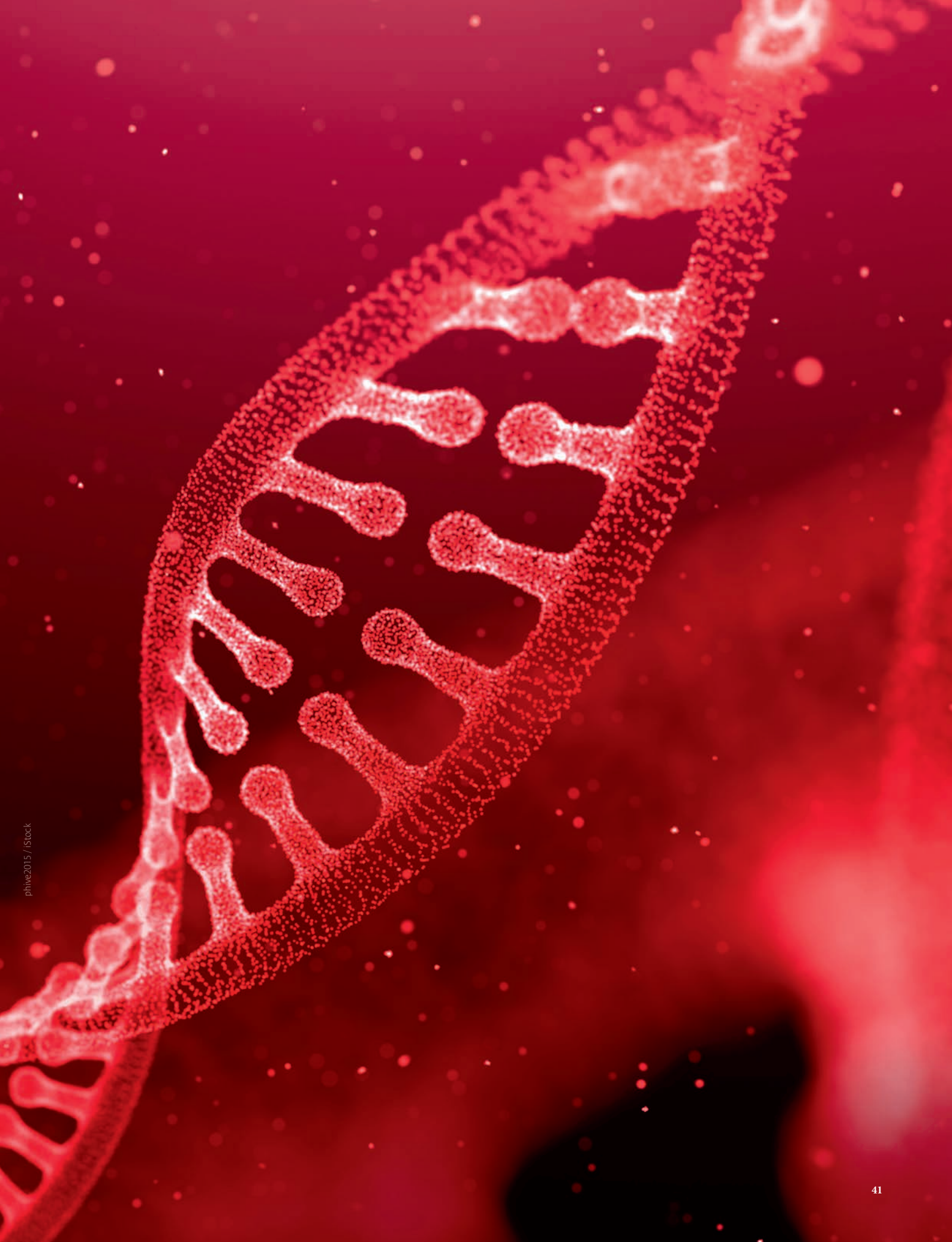
https://bit.ly/44PrFew
https://bit.ly/46s5n3O

DeepMind'dan Genomun "Karanlık Maddesi"ni Aydınlatmayı Amaçlayan Yapay Zekâ

AlphaGenome

İlay Çelik Sezer | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bir canlının sahip olduğu tüm genetik bilgiyi taşıyan DNA dizisi olan genom, canlıların vücudundaki tüm özellikler ve süreçler için temel belirleyicidir. Bu yüzden vücudumuzun işleyişinin ve hastalıkların nedeninin anlaşılabilmesi dolayısıyla da hastalıklar için tedaviler geliştirilebilmesi eninde sonunda genetik bilgiyi taşıyan genomun işleyişinin anlaşılmasına dayanır. Genetik bilgi denince her ne kadar aklımıza ilk olarak genler gelse de artık biliyoruz ki genler, genomun nasıl işlediğine dair "hikâye"nin sadece bir bölümünü anlatıyor. İnsan genomunun, genleri kodlamayan, bir zamanlar işlevsiz sanılan ve hatta bu yüzden "çöp DNA" olarak adlandırılan %98'lik kısmının genlerin düzenlenmesinde hayati işlevler gördüğü uzun süredir biliniyor. Kodlamayan DNA'nın birçok önemli düzenleyici işlevi ortaya çıkarıldı ve hâlâ da yeni işlevler keşfedilmeye devam ediliyor. Ancak insan genomundaki genler kapsamlı şekilde haritalandığı yani konumları belirlendiği hâlde genomdaki kodlamayan DNA için bu tür bir haritalama henüz yapılamadı. Hatta henüz genler kadar anlaşılamadığı için kodlamayan DNA'ya genomun "karanlık maddesi" dendiği de oluyor. İşte DeepMind şirketinin geliştirdiği AlphaGenome adlı yeni yapay zekâ modelinin, genlerin yanı sıra kodlamayan DNA'daki gizemlerin de çözülmesine yardım etmesi umuluyor.

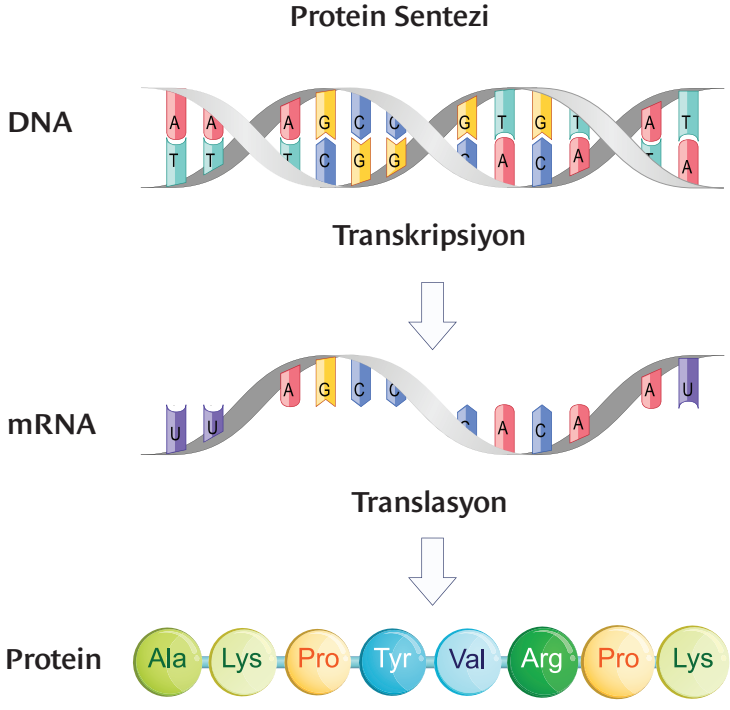


phive2015 / iStock

DNA'nın hücrelerdeki yaşamsal olayları kontrol etmesi temelde, taşıdığı genetik kodların hücrelerde üretilen proteinlerin yapılarını belirlemesi yoluyla gerçekleşir. Yaşamsal işlevlerin çoğu, proteinler tarafından gerçekleştirilir. Proteinlerin yapıları gen adı verilen genetik kodlarla belirlenir. Genler kromozomlar üzerindeki belirli DNA dizilerine karşılık gelen temel kalıtım birimleridir. Her bir gen, belirli bir proteinin yapısını belirleyen bir DNA kodu içerir. Bir genin taşıdığı genetik kod doğrultusunda protein sentezi gerçekleşirken önce transkripsiyon adı verilen aşamada ilgili genetik kodu taşıyan bir mRNA molekülü sentezlenir. Daha sonra da translasyon adı verilen aşamada mRNA'daki kod doğrultusunda protein sentezi yapılır. Bir genin kodladığı proteinin senteziyle sonuçlanan bu sürece o genin ifadesi ya da anlatımı denir. Bu adlandırmanın mantığı, her proteinin her zaman her yerde üretilmeyeceği gerçeğine dayanır. Yani her gen, her zaman, her yerde, her şartta ifade edilmez. Tüm hücrelerimiz aynı genoma yani aynı genetik bilgiye sahip olduğu hâlde vücudumuzda farklı hücre tipleri, farklı dokular ve farklı organlar bulunabilmesi dolayısıyla da vücudumuzun farklı işlevleri yerine getirebilmesi tam da bunun sayesinde olur.

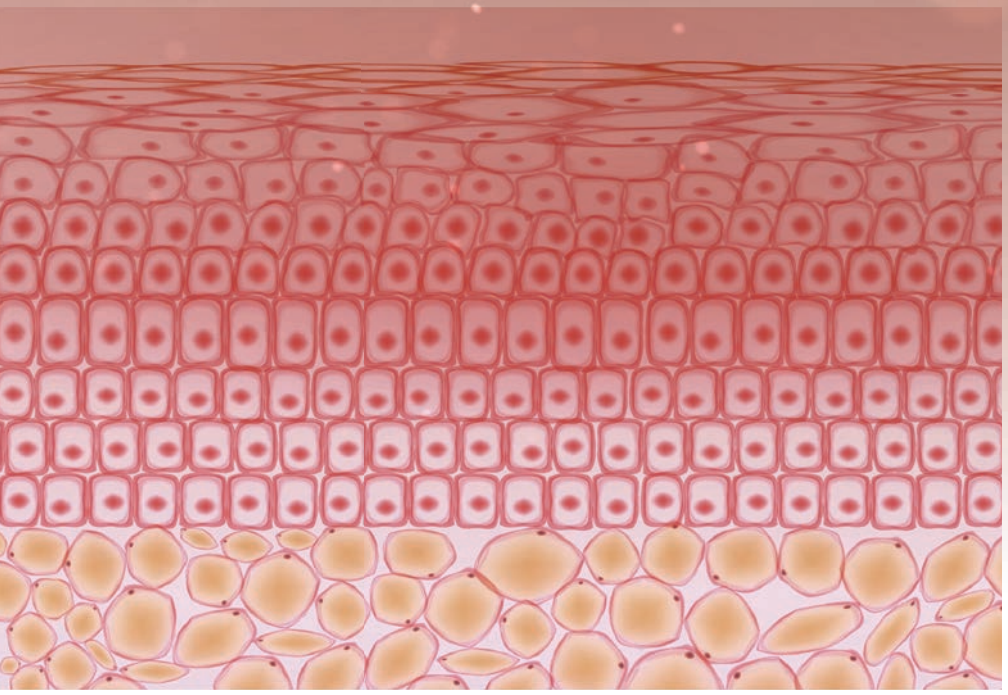
Hangi genin ne zaman, nerede ya da hangi şartlarda ifade edileceği ise topluca gen düzenlemesi adı verilen, çok çeşitli mekanizmalara dayanan bir süreçle kontrol edilir. Genlerin doğru şekilde düzenlenmesi, vücudun sağlıklı işleyişi için çok önemlidir ve pek çok hastalık genlerin düzenlenmesindeki aksaklıklardan kaynaklanır.

Moleküler biyoloji ve genetik alanındaki yöntemlerin ve tekniklerin gelişmesiyle genlerin düzenlenmesinde rol alan çeşitli mekanizmalar keşfedilmeye başlandı. Bu mekanizmalar aydınlatıldıkça da genleri kodlamayan ancak genomun %98 gibi büyük bir kısmını oluşturan "kodlamayan DNA"nın, genlerin düzenlenmesinde ne kadar önemli roller oynadığı daha iyi anlaşılabildi. Hatta bu mekanizmalardan biri olan, kodlamayan DNA dizilerinden sentezlenen küçük RNA moleküllerinin rol oynadığı RNA girişimi mekanizmasını keşfeden bilim insanları, bu keşifle 2006'da Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'nü kazandı. Yine kodlamayan DNA dizilerinden sentezlenen mikroRNA'lara dayalı düzenleme mekanizmasının keşfi ise 2024 Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'ne konu oldu. Kodlamayan DNA'nın rol oynadığı yeni mekanizmalar da keşfedilmeye devam ediliyor.



ttsz / iStock

Bir genin taşıdığı genetik kod doğrultusunda protein sentezi gerçekleşmesine o genin ifade edilmesi denir.



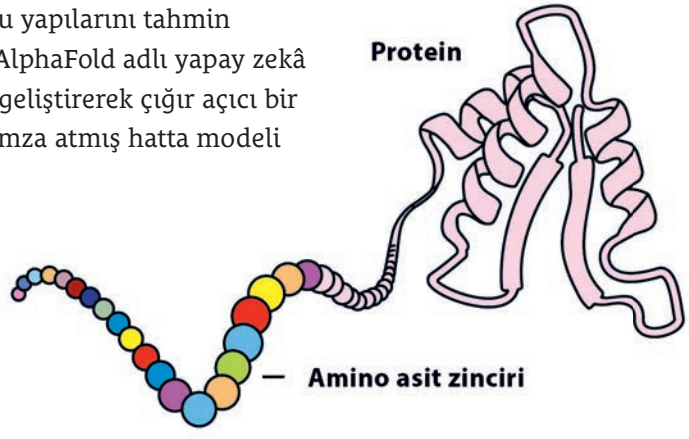
Benjamin Toth / iStock

Deri dokusu ile hemen altında yer alan yağ dokusunu gösteren bu çizimde deri dokusunun kendi içindeki farklı hücre tipleri ile yağ dokusundaki yağ hücreleri görülebiliyor. Bu hücre tipleri tıpatıp aynı genoma sahip olduğu hâlde gen düzenleme mekanizmaları sayesinde farklı genleri ifade ederek farklı yapılar kazanıp farklı işlevleri yerine getirebiliyor.

DeepMind'dan Genom Kâşifi Yapay Zekâ Modeli AlphaGenom

Kodlamayan DNA'nın genlerin işleyişinde etkili olması sadece genlerdeki değil kodlamayan DNA'daki mutasyonların da vücutta bozukluklara ve hastalıklara neden olabileceği anlamına geliyor. Bu yüzden genler kadar kodlamayan DNA dizilerinin anlaşılması da önem taşıyor. Google'a ait Deepmind şirketi tarafından geliştirilen ve ilk versiyonu önceki ay akademik amaçlı kullanıma açılan AlphaGenome adlı yapay zekâ modeli, küçük genetik değişikliklerin genlerin ifadesinde nasıl değişikliklere neden olduğunu ortaya çıkararak kodlamayan DNA dizilerinin işlevlerinin de anlaşılmasına yardımcı olacak. Deepmind şirketi daha önce de proteinlerin amino asit dizilimlerine dayalı olarak üç boyutlu yapılarını tahmin edebilen AlphaFold adlı yapay zekâ modelini geliştirerek çığır açıcı bir başarıya imza atmış hatta modeli geliştiren bilim insanları 2024 yılında Nobel Kimya Ödülü'ne layık görülmüştü. DeepMind genom araştırmacılarından Natasha Latysheva, DNA'daki değişikliklerin bir organizmayı genel olarak nasıl etkilediğini anlamaya çalışmanın AlphaFold'un yaptığı işe göre daha karmaşık bir süreç olduğunu, tek bir genetik mutasyonun gen ifadesinde karmaşık ve zincirleme etkiler gösterebildiğini belirtiyor.

Yapay zekâ araştırmacıları şimdiye kadar bu karmaşık problemi parça parça ele almıştı. Öyle ki DNA'nın belirli bölümlerinde olası protein kodlayıcı bölgeler aramaya, hastalıklarla ilgili genetik örüntüleri tanımaya, genetik çeşitlilikleri anlamlandırmaya, hastalık riskini öngörmeye ve duruma özel klinik tedaviler geliştirmeye yarayan birbirinden bağımsız algoritmalar geliştirmişlerdi. AlphaGenome ise bu analizlerin pek çoğu ile bazı başka analizleri tek bir model ile tahmin edebiliyor.



nobelprize.org

Protein sentezinin ilk aşamasında amino asitler zincir şeklinde birbirine bağlanır. Ancak proteinler asıl işlevsel yapılarını, bu zincirlerin kıvrılıp her bir protein için özgün olan üç boyutlu şekillerini almasıyla kazanır. AlphaFold, proteinlerin üç boyutlu yapılarını amino asit dizilimlerine dayalı olarak tahmin edebilen çok güçlü bir yapay zekâ modelidir.

AlphaGenome, kamu kaynaklarıyla yapılan büyük bilimsel iş birlikleri kapsamında uzun yıllar içinde oluşturulan devasa moleküler biyoloji veri tabanlarına dayalı olarak geliştirildi. Bu veri tabanlarındaki verilerin bir kısmı, insan ve fare hücrelerinde belirli mutasyonların RNA üretimini ve gen düzenlenmesinde rol oynayan transkripsiyon faktörlerinin düzeylerini nasıl etkilediğine dair deney sonuçlarıyla ilgili. Bu veri kümeleri üzerinde eğitilen AlphaGenome, gen etkinliğinin kontrol edilmesinde rol oynayan gen dizilerini ve gen dışı DNA dizilerini, bunların yanında da önemli değişimlere yol açması en olası genetik değişiklikleri belirlemeyi öğrendi.

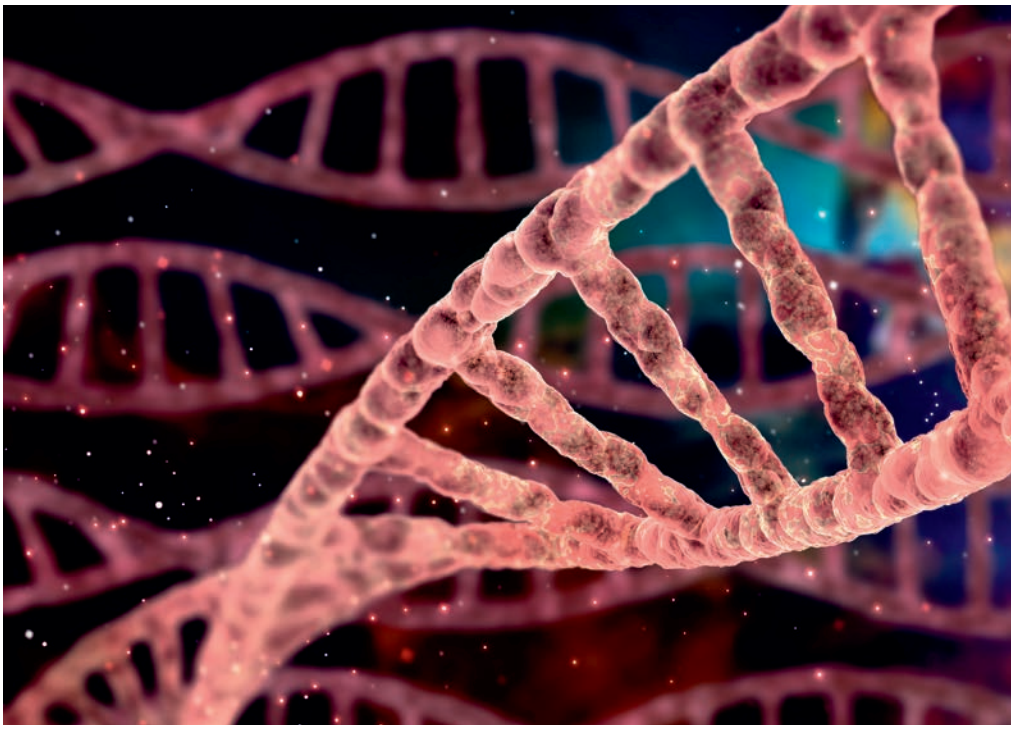
AlphaGenome Nasıl Kullanılıyor?

Bir araştırmacı AlphaGenome'u kullanmak için önce en fazla 1 milyon baz çifti uzunluğundaki DNA dizilimi verisini programa yüklüyor. AlphaGenome da verilen DNA dizilimi üzerinde genlerin nerede başlayıp nerede bittiğini tahmin ediyor. Ayrıca RNA işleme sürecine yani genlerden hangi RNA formlarının üretileceğine ve ne kadar miktarda RNA üretileceğine ilişkin ayrıntıları da öngörüyor.

Daha sonra AlphaGenome DNA kodundaki tek harflik bir değişimin gen ifadesini nasıl etkilediğini, ayrıca genlerden üretilen RNA ve proteinleri nasıl değiştirdiğini tahmin edebiliyor. Her ne kadar bunu genomun yaklaşık %2'sini oluşturan protein kodlayıcı bölgeler için yapabilen yapay zekâ modelleri var idiyse de bunu genomun tamamı için yapabilen ilk model AlphaGenome.

DeepMind ekibinin yaptığı açıklamaya göre AlphaGenome, belirli bir DNA dizisinde gen kodlayan ve kodlamayan bölgeler ile transkripsiyon faktörlerinin bağlanma bölgeleri gibi spesifik özellikleri belirlemeye yönelik 24 testin 22'sinde başka bilgisayar modellerinden daha yüksek performans gösterdi. Ayrıca bir genetik değişikliğin gen düzenlenmesi üzerindeki etkisini öngörmeye yönelik 26 değerlendirme testinin 24'ünde başka bilgisayar modellerine üstün geldi.

AlphaGenome'la yapılan denemelerden birinde model, kanserle ilişkili bir mutasyonun olası mekanizmasını araştırmak için kullanıldı. T-hücresi akut lenfoblastik lösemi (T-ALL) hastalarında yapılan bir çalışmada araştırmacılar genomdaki belirli konumlarda mutasyonlar gözlemledi. DeepMind ekibi AlphaGenome'u kullanarak bu mutasyonların yakınlarında bulunan *TAL1* adlı geni aktive edebileceğini öngördü. Hastalığın zaten bilinmekte olan mekanizmasıyla tutarlı olan bu bilginin elde edilmesi, AlphaGenome'un kodlamayan bölgedeki spesifik genetik değişikliklerle hastalık genleri arasında ilişki kurma becerisini doğruluyor.

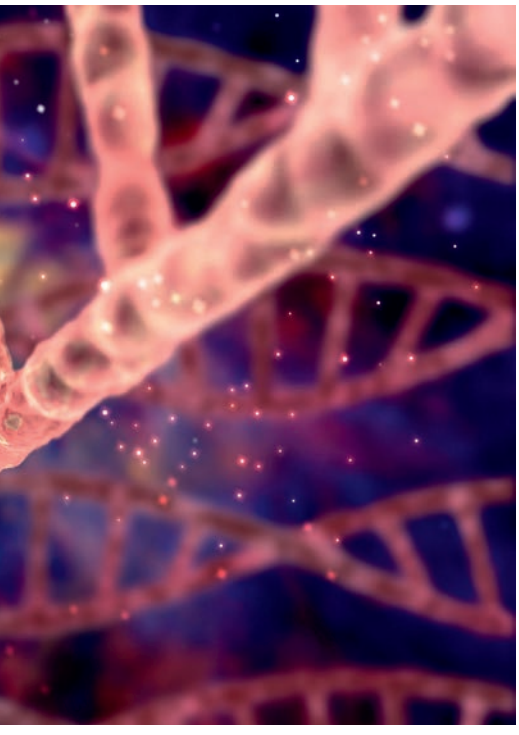


AlphaGenome Neler Vadediyor?

DeepMind ekibi AlphaGenome'un öngörü becerilerinin özellikle şu üç araştırma alanında faydalı olmasını bekliyor:

1. Hastalıkların Anlaşılması
AlphaGenome genetik aksaklıkların daha isabetli şekilde öngörülmesini sağlayarak araştırmacıların hastalıkların olası nedenlerini daha doğru şekilde belirlemesine yardımcı olabilir. Ayrıca belirli özelliklerle ilişkili genetik değişikliklerin, genetik işleyiş üzerindeki etkilerinin daha iyi anlamlandırılmasını sağlayarak yeni tedaviler için hedefler (örneğin hedef moleküller ya da mekanizmalar) belirlenmesine katkı sağlayabilir. Modelin, nadir görülmesine rağmen ciddi etkileri olabilen genetik değişiklikleri, örneğin tek bir gene bağlı nadir hastalıkları araştırmak için özellikle uygun olduğu düşünülüyor.

whitehoune / iStock



2. Sentetik Biyoloji
Modelin öngörüleri, spesifik düzenleyici işleve sahip (örneğin bir geni sadece sinir hücrelerinde aktive edip kas hücrelerinde aktive etmeyen) sentetik DNA dizilerinin tasarlanmasında kılavuzluk edebilir.

3. Temel Araştırmalar
AlphaGenome, genomdaki önemli işlevleri haritalayarak ve belirli bir hücre tipinin işlevlerini kontrol eden en önemli DNA kodlarını belirleyerek genoma ilişkin anlayışımızın hızlı bir şekilde gelişmesini sağlayabilir.

Her ne kadar AlphaGenome, DNA'nın gen kodlamayan kısımlarının işlevlerinin anlaşılmasında önemli bir ilerlemeyi temsil etse de hâlihazırda bazı kısıtlılıkları da bulunuyor. Genom diziliminde genin bulunduğu bölgenin çok uzağında (örneğin 100.000 nükleotid daha uzakta) yer alan ancak o genin aktivitesini kontrol eden DNA bölgelerinin etkilerinin tahmin edilmesi, DNA dizilimini temel alan başka modellerde olduğu gibi AlphaGenome için de önemli bir zorluk. Geleceğe yönelik olarak belirlenen önceliklerden biri modelin hücre ya da doku tiplerine özel örüntüleri yakalama becerisini geliştirmek. Benzer modeller gibi AlphaGenome da kişisel genom tahminleri için tasarlanmış ve doğrulanmış değil. AlphaGenome daha çok genetik değişikliklerin etkilerini ayrı ayrı tanımlamaya odaklanmış bir model. Ayrıca genetik değişikliklerin moleküler düzeydeki sonuçlarını öngörebilse de karmaşık özelliklerin ortaya çıkmasına ya da hastalıklara nasıl yol açtığına dair bütüncül bir anlayış sunamıyor. Çünkü çoğu özelliğin ya da hastalığın ortaya çıkışında genom dizilimindeki değişimlerin yanı sıra gelişimsel ve çevresel faktörler gibi çok daha kapsamlı biyolojik süreçler de etkili. Bunlar ise modelin doğrudan amacının kapsamı dışında kalıyor.

AlphaGenome'u geliştiren araştırmacılar, modeli tanıttıkları makalenin hakem denetiminden geçmemiş versiyonunu 25 Temmuz'da yayımladı. Makale hakem onayından geçince araştırmacılar, modelin kaynak kodunu ve model ağırlıklarını -ki bunlar bir modelin çıktıyı nasıl ürettiğini belirleyen unsurlardır- kamuoyuyla paylaşmayı planlıyor. Böylece araştırmacılar modeli kendi projelerine göre uyarlayabilecek. Büyük umutlarla tanıtılan ve karşılanan bu güçlü modelin bilim dünyasına neler kazandıracağını ise ilerleyen yıllarda bu modelin kullanılacağı araştırmaların sonuçları gösterecek. ■

Kaynaklar

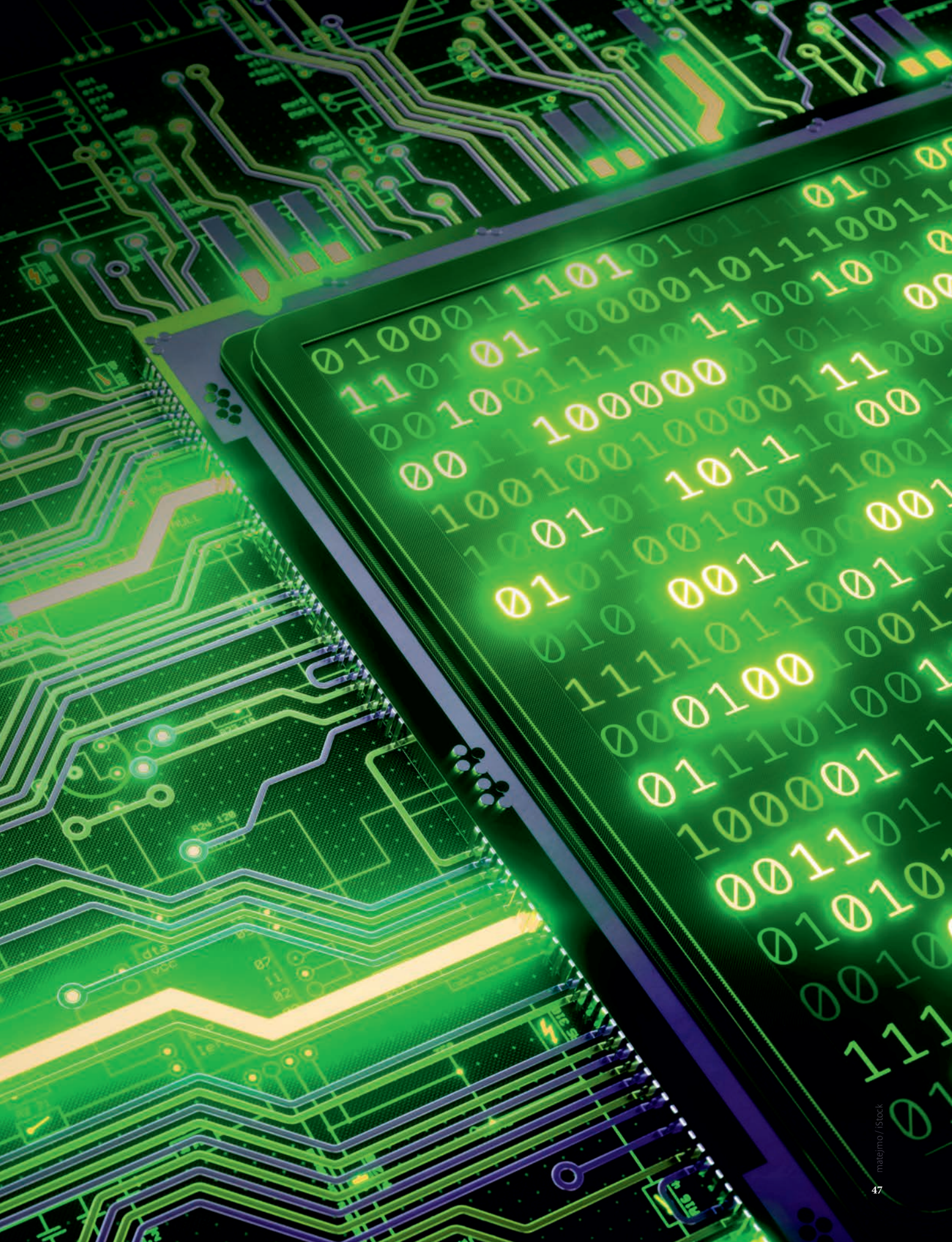
https://deepmind.google/discover/blog/alphagenome-ai-for-better-understanding-the-genome/
https://www.science.org/content/article/deepmind-s-latest-ai-tool-makes-sense-changes-human-genome
https://www.nature.com/articles/d41586-025-01998-w

ÇİP TASARIMI

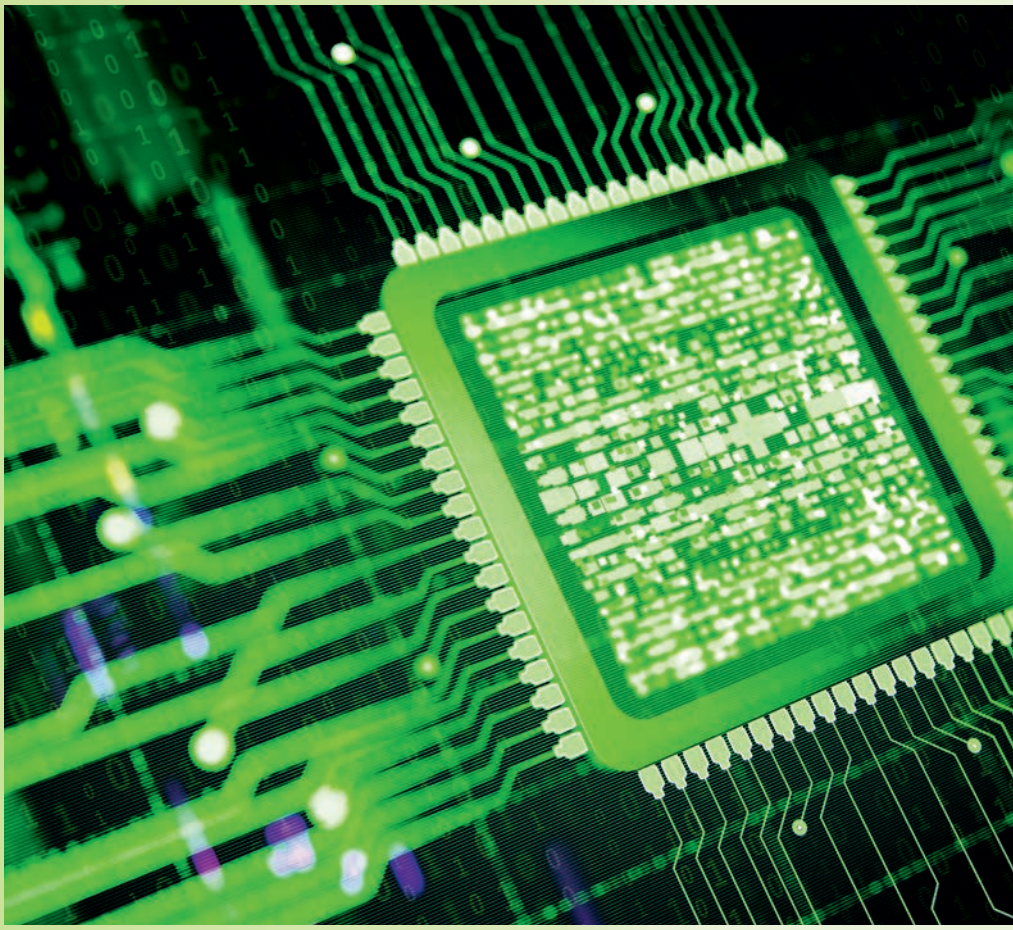
Murat Can Işık [*Stanford Üniversitesi*

Çipler, modern elektronik sistemlerin beyni gibidir. Bir insan beyninde nöronlar nasıl bilgi alışverişi yaparak düşünmeyi, öğrenmeyi ve karar vermeyi sağlıyorsa çipler de elektronik cihazların içinde verileri işler, komutları yürütür ve karar mekanizmalarını yönetir.

Bu yazıda, teknolojik cihazların çalışmasını mümkün kılan çiplerin ne işe yaradığını ve teknolojiyi nasıl şekillendirdiğini daha yakından inceleyeceğiz.



matejmo / iStock



Günümüzde teknoloji yalnızca hayatımızı kolaylaştıran bir araç değil, neredeyse her an kullanmamıza rağmen arka planda nasıl çalıştığının tam olarak farkında olmadığımız bir yardımcı hâline geldi. Sabah alarmımızı akıllı telefonumuzla kuruyor, işe giderken navigasyon yardımıyla en uygun rotayı seçiyor, gün boyunca bilgisayarlarımızla çalışıyor, akşamları televizyon ya da oyun konsolları ile eğleniyoruz. Kullandığımız cihazlar her geçen gün daha hızlı, daha akıllı ve daha verimli hâle geliyor. Ancak bu etkileyici deneyimi mümkün kılan elektronik sistemlerin temel yapı taşını çoğu zaman göz ardı ediyoruz: çipler.

Bu elektronik bileşenler sayesinde telefonunuz saniyeler içinde binlerce fotoğrafı organize edebiliyor, yüz tanıma sistemiyle sizi anında tanıyabiliyor ya da internet üzerinden yüksek çözünürlüklü bir videoyu donmadan oynatabiliyor. Ya da bir elektrikli otomobil, sürücüsüz bir şekilde trafikte yol alırken çevresindeki nesneleri tanıyıp anlık kararlar verebiliyor. Çipler, modern elektronik sistemlerin beyni gibidir. Bir insan beyninde nöronlar nasıl bilgi alışverişi yaparak düşünmeyi, öğrenmeyi ve karar vermeyi sağlıyorsa çipler de elektronik cihazların içinde verileri işler, komutları yürütür ve karar mekanizmalarını yönetir. Mikroskobik boyutlarda olmalarına rağmen bu çipler, saniyede milyarlarca işlem yapabilme kapasitesine sahiptir. Yani siz bir mesaj yazarken çip, bu işlemi saniyenin çok daha küçük bir diliminde işleyip ekranınıza yansıtır.

Günümüzdeki teknolojik ilerlemenin en önemli itici güçlerinden biri olan çipler, yalnızca cihazlarımızın daha akıllı hâle gelmesini sağlamıyor aynı zamanda onların daha az enerjiyle daha karmaşık görevleri yerine getirmesine de olanak tanıyor. Bu sayede cihazlar daha uzun pil ömrüne sahip oluyor, işlem kapasitesi yükseliyor, ısı kontrolü sağlanarak aşırı ısınmanın önüne geçiliyor. Üstelik çiplerin kullanım alanı yalnızca tüketici elektroniğiyle sınırlı değil: Sağlık teknolojilerinden yapay zekâ sistemlerine, uzay araştırmalarından endüstriyel otomasyona kadar modern yaşamın pek çok alanında kilit bir rol üstleniyorlar.

MF3d / iStock

Bu yazıda, teknolojik cihazların çalışmasını mümkün kılan bu "görünmez kahramanların" ne işe yaradığını ve teknolojiyi nasıl şekillendirdiğini daha yakından inceleyeceğiz. Bir çip tam olarak nedir? Nasıl çalışır? Nasıl tasarlanır ve hangi aşamalardan geçerek üretim aşamasına ulaşılır? Ve en önemlisi, bu alandaki gelişmeler gelecekte hayatımızı nasıl dönüştürebilir? Bütün bu soruların cevabını adım adım ele alacak, hem teknik hem de günlük yaşama dokunan yönleriyle çip tasarımını hep birlikte keşfedeceğiz.

Çip Nedir?

Çipler, her ne kadar dışarıdan bakıldığında sade ve işlevsiz görünse de aslında elektronik sistemlerin çalışmasını sağlayan merkezi birimdir.

Bir çipi, bir cihazın "beyni" gibi düşünebiliriz. Tıpkı insan beyninin vücut organlarına sinyaller göndererek onların çalışmasını sağlaması gibi çipler de elektronik bir cihazın içindeki tüm bileşenler arasında bilgi alışverişini yönetir. Dokunduğumuzda ekranın tepki vermesini sağlar, kameranın görüntüleri işlemesine yardım eder, oyun oynarken grafiklerin akıcı bir şekilde gösterilmesini sağlar ve bunlar gibi daha pek çok işlevi gerçekleştirir.

Peki bir çipin içinde neler var?

Bir çip, temelde küçük elektronik anahtar gibi çalışan milyarlarca transistörden oluşur. Bu transistörler, elektrik sinyallerini geçirip geçirmemesine göre açık (1) ve kapalı (0) durum alır. Bu sayede dijital bilgi 0 ve 1'ler şeklinde kodlanır. Transistör sayısı arttıkça çipin işlem kapasitesi de artar. Örneğin bugün birçok akıllı telefonda kullanılan işlemciler, yalnızca birkaç santimetrekarelik bir alanda 10 milyardan fazla transistör barındırır. Bu sayede saniyede milyarlarca işlem yapılabilir.

Transistörlerin bir araya gelmesiyle oluşan bu yapılar sadece bilgi işlemeyi değil, aynı zamanda veri saklama gibi bellek işlevlerini yönetmeyi, cihazın ne zaman uyku moduna geçeceği gibi zamanlama işlevlerini ya da pilin ne kadar sürede biteceğini belirlemeyi de üstlenir. Öyle ki bir çip, aynı anda hem verileri işleyebilir hem de enerji tüketimini optimize edebilir. Bu da cihazların daha az ısınmasını, daha uzun süre çalışmasını ve daha iyi performans göstermesini sağlar.

Bir cihazın aldığı komutları işleyerek diğer birimlerin ne yapacağını belirleyen bu yapılar merkezi işlem birimi (CPU) ya da işlemci olarak isimlendirilir. Çipler yalnızca işlemci değildir. Günümüzde farklı işlevleri yerine getiren birçok özel çip türü de bulunur:

GPU (Graphics Processing Unit): Görüntü ve grafik işlemlerini üstlenir.

NPU (Neural Processing Unit): Yapay zekâ görevlerini yerine getirir.

RF çipleri: Kablosuz iletişimi yönetir.

Sensör çipleri: Ortamdan veri toplar (örneğin sıcaklık, ışık, hareket).

Bir video izlediğinizde görüntünün donmadan ilerlemesini, GPS kullanırken haritanın konumunuzu anlık takip etmesini ya da bir oyunda rakibinizi yenmeniz için gerekli hamlelerin hızlıca yapılmasını sağlayan arka plandaki itici güç, bu çiplerdir.

Kısacası teknolojinin vazgeçilmez bileşenlerinden biri olan çiplerin belki de en etkileyici özelliği, bütün bu işlemlerin parmak ucumuzdan bile küçük bir yapının içinde gerçekleşmesidir.

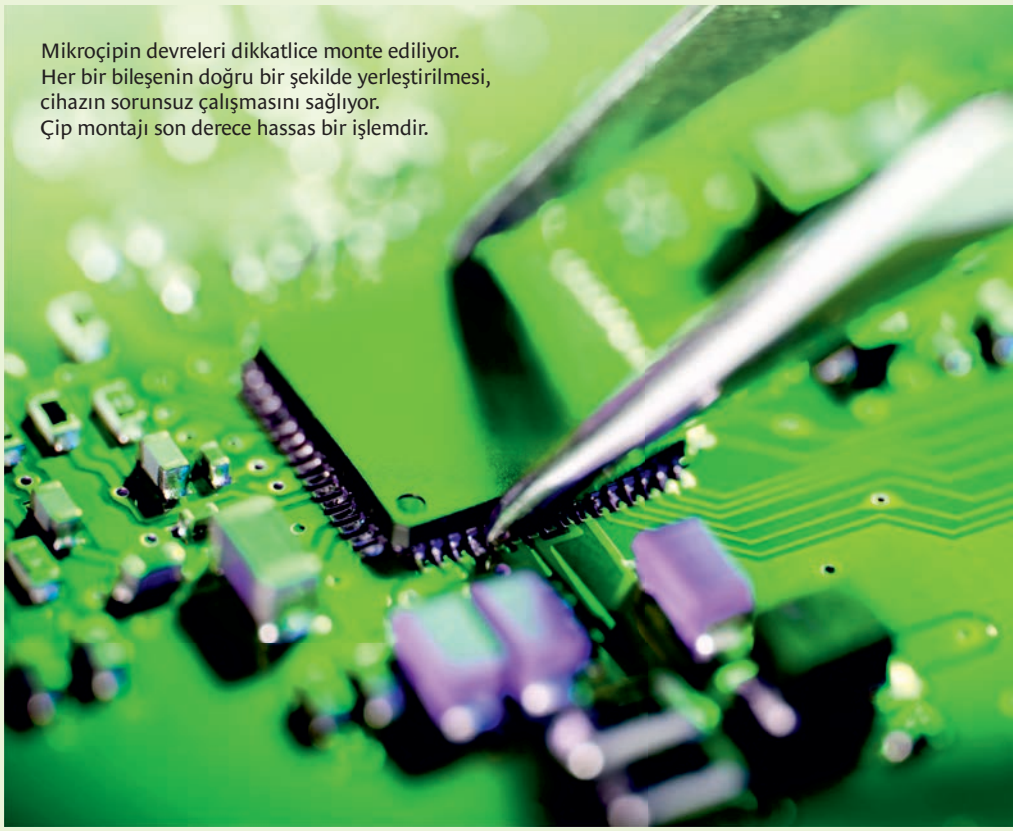
Çip Endüstrisinin Ekonomik ve Jeopolitik Önemi

Çipler yalnızca elektronik cihazların işlevlerini yerine getirmelerinde kritik öneme sahip bileşenler değil aynı zamanda 21. yüzyılın en stratejik teknolojik değerlerinden biridir. Günümüzde bir ülkenin çip üretme ve geliştirme kapasitesi artık sadece ekonomik rekabet gücünü değil aynı zamanda ulusal güvenliğini, dış politikasını ve teknolojiye dayalı bağımsızlığını da belirleyen temel faktörlerden biri hâline geldi.

2024 itibariyle yıllık değeri 600 milyar doları aşan yarı iletken endüstrisi, küresel ekonomi için anahtar role sahiptir. Bu sektör otomotiv, sağlık, savunma, iletişim, enerji ve yapay zekâ başta olmak üzere pek çok kritik alanda kullanılan elektronik cihazların temel bileşenlerini üretir. Örneğin modern bir elektrikli araç, yüzlerce farklı çip barındırır. Aynı şekilde bir yapay zekâ eğitim sunucusu ya da bir 5G baz istasyonu da çip olmadan işlevlerini yerine getiremez. Dolayısıyla çiplerin tedarik zincirindeki herhangi bir aksama, çok sayıda endüstride büyük aksamalar yaratabilir.

2020 yılında yaşanan küresel çip krizi, çiplerin modern teknolojiler için vazgeçilmez rolünü tüm dünyaya net bir şekilde hatırlattı. COVID-19 pandemisiyle birlikte çip üretim merkezlerinin geçici olarak kapanması, talepteki hızlı artışla birleşince otomobil fabrikaları durdu, tüketici elektroniği fiyatları yükseldi ve küresel tedarik zinciri ciddi şekilde aksadı. Bu kriz yalnızca ticari değil siyasi düzeyde de yeni stratejiler geliştirilmesini zorunlu kıldı.

Çip teknolojileri özellikle çiplerin geliştirme ve üretim süreçlerinde büyük paya sahip olan ABD, Çin ve Tayvan arasında yoğunlaşan bir jeopolitik rekabete dönüşmüş durumda. Çip üretiminin büyük kısmı Tayvan merkezli TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) tarafından gerçekleştiriliyor.



Mikroçipin devreleri dikkatlice monte ediliyor. Her bir bileşenin doğru bir şekilde yerleştirilmesi, cihazın sorunsuz çalışmasını sağlıyor. Çip montajı son derece hassas bir işlemdir.

5 nm'nin altındaki çiplerin çok büyük bir kısmı bu şirket tarafından üretiliyor. Ancak Tayvan'ın Çin ile arasındaki siyasi gerilimler çip tedarik zincirinin güvenliği konusunda küresel ölçekte ciddi endişelere yol açıyor.

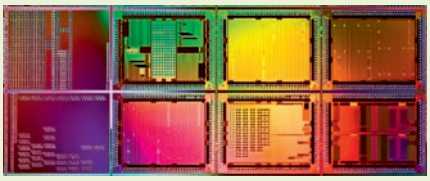
Bu bağlamda Amerika Birleşik Devletleri, yarı iletken üretim sürecinin tüm aşamalarının ülke içinde gerçekleştirilmesi amacıyla CHIPS and Science Act gibi büyük ölçekli teşvik programlarını hayata geçirdi. Bu yasa ile sadece TSMC değil, Intel ve Samsung gibi dev şirketlerin de ABD'de yeni fabrikalar kurması teşvik edildi. Hedef, çip üretiminde başka ülkelere bağımlılığı azaltmak ve kritik teknolojilerde kendi kendine yeten bir yapı oluşturmaktı.

Çin ise Made in China 2025 stratejisi kapsamında çip teknolojilerinde dışa bağımlılığı azaltma ve yarı iletken üretimi alanında kendi ulusal şirketlerini kurma hedefiyle devasa kamu yatırımları gerçekleştirdi. Ancak gelişmiş çiplerin tasarım ve üretim süreçlerinde dışa bağımlılığı hâlâ sürüyor. Bu nedenle ABD'nin Huawei gibi Çinli firmalara uyguladığı çip ambargoları, sadece ticari değil aynı zamanda jeopolitik güç dengelerini etkileyecek stratejik bir araç işlevi görüyor.

krystiannawrocki / iStock

Stratejik Bağımsızlık ve Dijital Egemenlik

Çipler yalnızca ekonomik değer taşıyan bileşenler değil, dijital egemenliğin sembolüdür. Bir ülkenin veri işleme kapasitesi, savunma sistemleri, iletişim altyapısı ve yapay zekâ teknolojilerinde bağımsız olması, büyük ölçüde kendi çip mimarilerini geliştirme ve üretme yeteneğine bağlıdır. Bu nedenle Avrupa Birliği de "Dijital Pusula 2030" vizyonu çerçevesinde çip üretim kapasitesini artırma hedefi koydu ve yarı iletken çiplerin tasarımından üretimine ve dağıtımına, tedarik zincirinin tüm aşamalarını birlik ülkeleri içinde sürdürebileceği alt yapılar kurmaya başladı. Ülkelerin çip krizine ve tedarik zincirinin güvenliğine yönelik uyguladıkları farklı yaklaşımları daha geniş bir bağlamda değerlendiren çalışmalardan biri, 2023 yılında Las Vegas'ta gerçekleştirilen International Conference on Social and Education Sciences'ta sunulan "International Chip Crisis: Country Approaches" başlıklı bildiridir. Çalışmada, çip krizinin yalnızca üretim zincirinde yaşanan aksaklıklardan kaynaklanan teknolojik bir sorun değil aynı zamanda uluslararası ilişkileri şekillendiren çok boyutlu bir dinamik olduğunu vurgulanıyor.



MirageC / GettyImages

Çipler, yüzeylerinde yer alan milyarlarca transistör sayesinde karmaşık görevleri yerine getirebiliyor. Bu görselde bir silisyum levha üzerinde farklı çip yapılarının görüntüsü yer alıyor.

Bu bağlamda ülkeler çip üretiminde bağımsız olmak için milyarlarca dolarlık yatırımları devreye sokarak yeni fabrika inşalarını, kamu teşviklerini ve dışa bağımlılığı azaltacak politikaları hızla gündeme alıyor. Türkiye gibi teknoloji alanında yükselen ekonomiler için de bu durum büyük fırsatlar sunuyor. Savunma sanayiden yerli yapay zekâ donanımlarına, enerji yönetimi sistemlerinden akıllı tarım uygulamalarına kadar birçok alanda özgün çözümler geliştirmek yalnızca teknoloji üretimi değil aynı zamanda stratejik değeri olan ürünler geliştirmek anlamına geliyor.

Nasıl ki 20. yüzyılda petrol ülkeler için enerji bağımsızlığını sağladıysa 21. yüzyılda da çipler dijital bağımsızlığın simgesine dönüştü. Bu nedenle çip tasarımı ve üretimi artık yalnızca teknoloji şirketlerinin konusu değil; devlet kurumlarının, üniversitelerin, savunma sanayi kuruluşlarının ve yatırımcıların gündeminde yer alan kritik öneme sahip ortak bir meseledir. Gelecekte sadece teknoloji üreten değil, çip üreten toplumlar küresel güç dengesinde söz sahibi olmaya devam edecektir.

Çip Tasarımı Süreci

Çip tasarımı karmaşık bir süreçtir ve birden fazla aşamayı içerir. Her adım, çipin performansını ve işlevselliğini belirler. İşte çip tasarımının temel adımları:

1. İhtiyacın Belirlenmesi

Çip tasarımına başlamadan önce hangi amaçla kullanılacağı belirlenir. Çipin hangi cihazda kullanılacağı, hangi görevleri yerine getireceği ve ne tür bir işlem gücü gerektirdiği gibi faktörler göz önünde bulundurulur. Örneğin bir akıllı telefon için tasarlanan çipin yüksek veri işleme kapasitesi, enerji verimliliği ve çoklu görev performansı gibi özelliklere sahip olması gerekirken tıbbi bir cihaz için tasarlanan bir çipin çok daha hassas ve spesifik işlemler yapması gerekebilir.

2. Sistem Mimarisi ve Transistör Düzeyinde Tasarım

Çip tasarımının bir sonraki adımı, sistemin genel yapısını belirlemek ve transistör düzeyinde tasarımı gerçekleştirmektir. Çipin temel yapı taşları olan transistörler, elektrik akımı açıp kapatarak bilgiyi 0 ve 1'ler şeklinde kodlar. Bu adımda tasarım mühendisleri, hangi tür transistörlerin kullanılacağını ve bunların silisyum levha üzerine nasıl yerleştirileceğini belirler. Genellikle transistörlerin boyutu ve diziliş şekli, çipin ne kadar verimli çalışacağını belirler.

3. Mantıksal Devre Tasarımı

Çip tasarımında transistörlerin yanı sıra mantıksal devreler de tasarlanır. Mantıksal devreler, çipin hangi işlemleri yapacağını ve bu işlemleri nasıl gerçekleştireceğini belirleyen devrelerdir. Bu adımda tasarım mühendisleri, çipin gerçekleştireceği işlemlerin yani algoritmaların devre düzeyinde nasıl uygulanacağını planlar. Bu devreler, çipin çok çeşitli görevleri yerine getirebilmesini sağlar. Örneğin bir çip aynı anda hem verileri işleyebilir hem de enerji tüketimini optimize edebilir.

4. Simülasyon ve Test Aşaması

Tasarımı yapılan çip, bilgisayar ortamında simüle edilerek test edilir. Simülasyon aşaması, çipin gerçek hayatta nasıl performans göstereceğini anlamaya yardımcı olur. Tasarım sırasında yapılan hatalar veya performans düşüklükleri bu aşamada tespit edilir ve gerekli düzeltmeler yapılır. Simülasyon, tasarımın maliyetini düşürmenin yanı sıra geliştirme süresini de kısaltır.

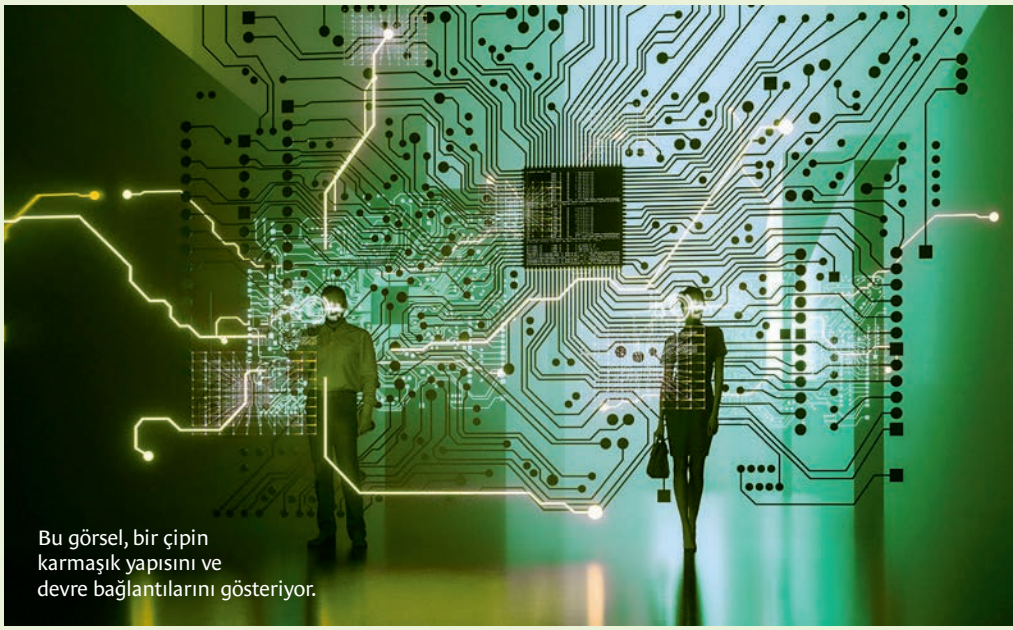
5. Üretim Aşaması

Tasarım tamamlandıktan sonra çipin, üretim aşamasına geçilir. Çip üretimi, genellikle yüksek teknolojiye sahip fabrikalarda gerçekleştirilir. Bu tesislerde transistörler, silisyumdan üretilen levhaların üzerine basılır. Üretim aşaması son derece hassas bir süreçtir. Çünkü çipin transistörleri ve devreleri nano ölçekte üretilir. En küçük bir hata, çipin performansını ciddi şekilde etkileyebilir. Üretim tamamlandıktan sonra çipler yeniden test edilir ve son kontroller yapılır.

sinology / GettyImages

Bir mühendis, çipin üretim aşamasında kullanılan silisyum levhayı inceliyor. Her bir levha daha sonra kesilerek birçok küçük çipe dönüştürülüyor ve bu çipler, elektronik cihazlarımızın beynini oluşturuyor.

Günlük Yaşamda Çipler ve Gelecek Perspektifleri



Bu görsel, bir çipin karmaşık yapısını ve devre bağlantılarını gösteriyor.

gremlin / GettyImages

Çipler, yalnızca bilimsel araştırmalarda, fabrikalarda veya veri merkezlerinde değil aynı zamanda evlerimizde, cebimizde ve hatta bileğimizde yer alıyor. Günlük hayatta kullandığımız birçok teknolojik cihazın temel yapı taşı olan bu küçük ama etkili yapılar, dijital çağın ortaya çıkmasını mümkün kıldı. Bugün sıradan görünen pek çok işlemin arkasında, yüksek işlem kapasitesine sahip çipler var.

Örneğin akıllı telefonlar, yalnızca bir iletişim aracı değil; bir kamera, bir oyun konsolu, bir dijital asistan, hatta bir sağlık takip cihazı hâline geldi. Bu dönüşümün mimarı çiplerdir. Telefonlarımızdaki işlemciler, kullanıcı alışkanlıklarını analiz eder, sık kullandığınız uygulamaları önceden tahmin eder, hatta yüz tanıma sistemiyle güvenlik sağlar. Aynı şekilde çipler sayesinde bilgisayarlar yalnızca belge düzenlemek için değil, görüntü işleme, yapay zekâ eğitimi ve üç boyutlu modelleme gibi ileri düzey görevler için de kullanılabilir hâle geldi.

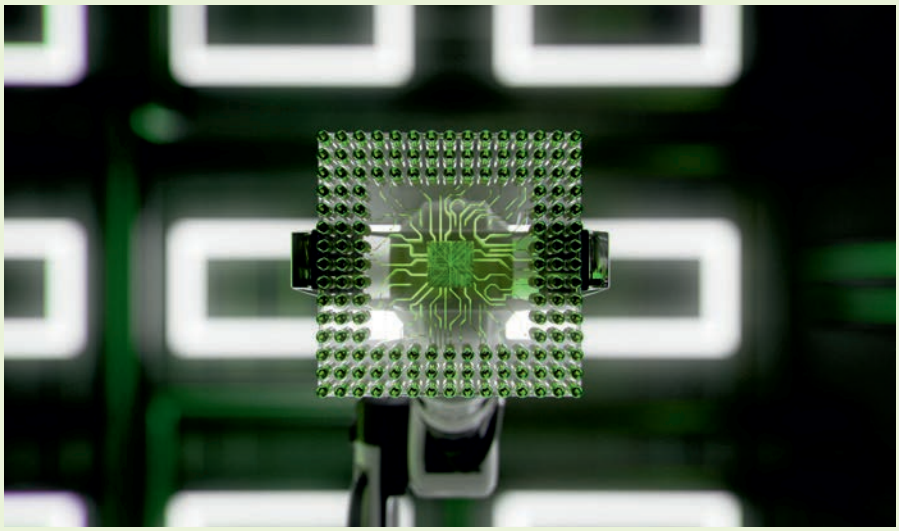
Oyun konsolları, çipler sayesinde artık sadece oyun oynamaya imkân vermiyor, yapay zekâ destekli karakterler, gerçek zamanlı grafik işleme ve bulut üzerinden oyun yayını gibi özelliklerle oyun deneyimini zenginleştiriyor. Televizyonlar, sesli komutlara yanıt veren, önerilerde bulunan ve içerikleri analiz edebilen "akıllı" cihazlara dönüşmüş durumda. Hatta buzdolabınız dahi içindeki ürünlerin stok durumunu kontrol eden ve alışveriş listesi oluşturabilen bir dijital asistana dönüşebiliyor: Tüm bunlar çip teknolojisinin somut örneklerinden.

Bu çipler sayesinde ev aletlerinden arabalara kadar pek çok cihaz artık sadece önceden programlanmış işlemleri yapmakla kalmıyor aynı zamanda öğreniyor, uyum sağlıyor ve karar verebiliyor. Bu gelişmeler çip teknolojisinin geleceğiyle ilgili çok daha büyük bir soruyu gündeme getiriyor: Makineler bir gün insanlar gibi düşünebilir mi?

Gelecek yıllarda çip tasarımındaki gelişmeler, makinelerin sadece veri işleyen araçlar olmaktan çıkıp çevrelerine uyum sağlayan, tahmin yürütebilen ve bağımsız kararlar alabilen yapay zekâ sistemlerine dönüşmesini mümkün kılacak. Bu dönüşümün temelinde ise iki büyük ilerleme alanı yer alıyor: nöromorfik çipler ve kuantum çipler.

Nöromorfik çipler, insan beyninin çalışma biçimini taklit eden çiplerdir. Bu sayede makineler daha az enerjiyle daha karmaşık görevleri yerine getirebilir hatta çevrelerinden öğrendiklerine göre kendi kendilerini geliştirebilir.

Kuantum çipler ise kuantum hesaplama ilkelerine göre çalışır: Klasik bilgisayarların sınırlarını aşarak çoklu olasılıkları aynı anda hesaplamaya imkân verir. Bu da özellikle ilaç keşfi, iklim modelleme veya malzeme simülasyonları gibi karmaşık problemlerde devrim niteliğinde çözümler sunabilir.



luza studios / iStock

Biyomedikal teknolojilerde de çiplerin etkisi giderek artıyor. Bugün beyin sinyallerini analiz eden, Parkinson hastalığına yönelik olarak sinir hücrelerini elektrik sinyalleri ile uyarmak amacıyla tasarlanan ya da felçli bireylerin beyin sinyalleri ile protez kollarını hareket ettirmesini sağlayan teknolojiler çipler sayesinde mümkün oluyor. Beyin-çip arayüzleri, bir yandan sinir bilimi alanındaki bilgilerimizi derinleştirirken diğer yandan engelli bireylerin yaşam kalitesini artıran yeni fırsatlar sunuyor.

Gelecekte çiplerle çalışan robotik sistemler yaşlılara bakım sağlayabilecek, tarımda ürünleri analiz ederek verimi artırabilecek, fabrikalarda insan müdahalesine gerek kalmadan üretim süreçlerini yönetebilecek. Aynı zamanda bu sistemler, enerji verimliliğini artırarak karbon ayak izimizi azaltmada da kritik rol oynayacak.

Tüm bu gelişmeler, çiplerin sadece birer elektronik bileşen olmaktan çok yapay zekâ, beyin-bilgisayar arayüzü, otonom sistemler gibi daha karmaşık sistemlerin temelini oluşturduğunu gösteriyor.

Beyin-bilgisayar arayüzleri üzerine araştırmalar yapan Prof. Dr. Newton Howard'ın geliştirdiği KIWI çipine dair şu sözleri çarpıcı bir vizyon sunuyor:

"Bu çip, nöronların sinirsel aktiviteleri algılayarak bu bilgileri anlamlandırır ve bu sinyalleri analiz ederek bilgisayarların anlamlı komutlar üretmesi için mikro voltaj akımları üretir."

Parkinson gibi nörodejeneratif hastalıkların tedavisine yönelik geliştirilen KIWI çipi hem klinik uygulamalarda doğrudan hastalar üzerinde kullanılması hem de nöromorfik sistemlerin insan sinir sistemiyle bağlantı kurabilmesi açısından dikkat çekici bir örnek teşkil ediyor.

Sonuç

Çip tasarımı, yalnızca elektronik mühendisliğinin değil aynı zamanda modern yaşamın, bilimsel keşiflerin ve toplumsal dönüşümün merkezinde yer alan stratejik öneme sahip bir alandır. Bugün günlük hayatta kullandığımız akıllı bir cihazdan dev bir uzay teleskobuna kadar her sistem, çipler sayesinde işlevlerini yerine getirebiliyor. Bu minyatür yapılar, günlük hatta fark edilmeseler de teknolojik ilerlemenin görünmeyen ancak vazgeçilmez omurgasını oluşturuyor.

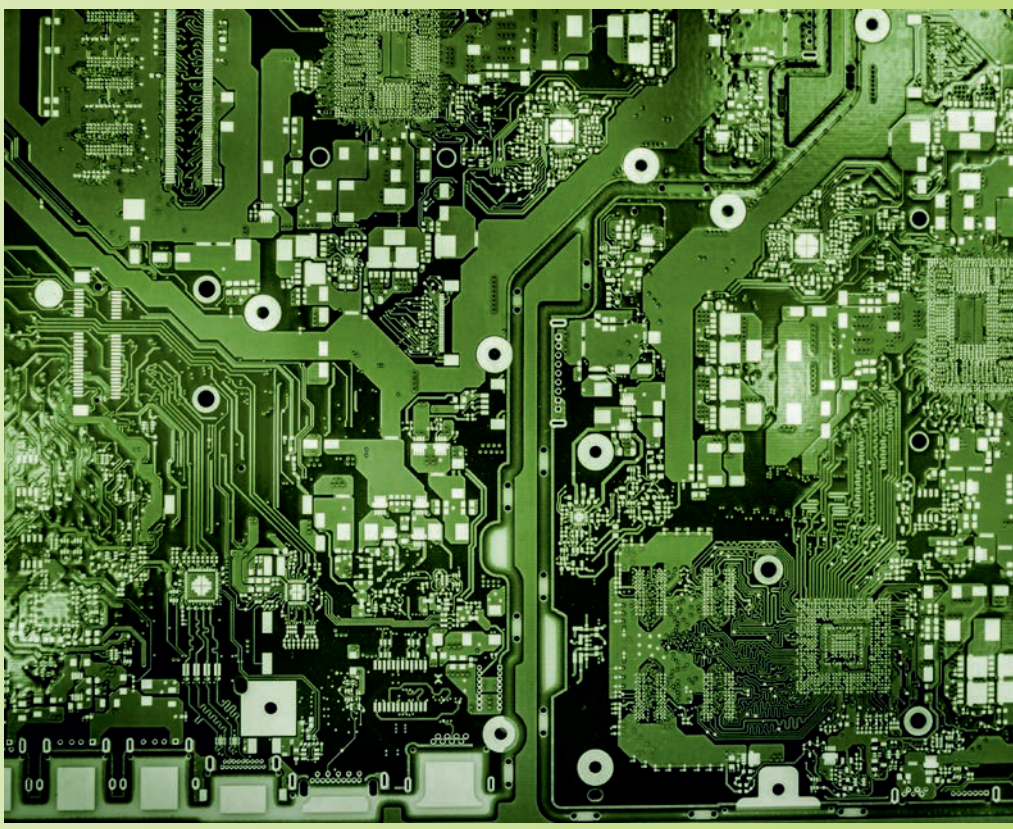
Günlük yaşamda kullandığımız akıllı telefonlar, tabletler, dizüstü bilgisayarlar ya da akıllı saatler, hepsi çiplerin yüksek işlem kapasitesi, enerji verimliliği ve gerçek zamanlı karar alma becerisi sayesinde işlevsel hâle gelir. Ancak çiplerin etkisi yalnızca tüketici elektroniğiyle sınırlı değildir. Endüstriyel üretimden tarıma, sağlık hizmetlerinden savunma sanayiye kadar birçok alanda kullanılan çip tabanlı sistemler verimliliği artırır, süreçlerin otomasyonunu mümkün kılar ve yenilikçi uygulamalara olanak tanır.

Özellikle son yıllarda geliştirilen nöromorfik çipler, biyolojik sinir sistemlerini taklit eden

yapıları sayesinde işlem hızı, enerji verimliliği gibi alanlarda geleneksel bilgisayarların sınırlarını zorluyor. Bu çipler, yapay zekâ uygulamalarında enerji tüketimini ciddi oranda düşürürken öğrenme ve karar verme süreçlerini de daha esnek bir hâle getiriyor. Bunun yanı sıra beyin-çip arayüzleri sayesinde sinir sistemi ile dijital sistemler arasında doğrudan bağlantılar kurulabiliyor. Bu da Parkinson ve epilepsi gibi çeşitli nörolojik hastalıkların tedavisinde çığır açıcı gelişmelerin önünü açıyor.

Ulaşım sektöründe ise otonom araçlar gibi sistemlerde kullanılan çipler, sensör verilerini işleyerek anlık karar alma süreçlerini yürütür, güvenliği artırır ve sürüş alışkanlıklarını değiştirir. Robot teknolojilerinde insan benzeri refleksler ve adaptif davranışlar gerçekleştirilmesini mümkün kılan çip mimarileri sayesinde makineler anlık durumlara karşı daha uygun ve hızlı bir şekilde tepki verebilir. Bu da onları yalnızca üretim hattında değil, günlük yaşamda da aktif birer yardımcıya dönüştürür.

Tüm bu örnekler, çip tasarımının yalnızca teknik bir uzmanlık alanı olmadığını aynı zamanda toplumsal yaşamı şekillendiren, yeni fırsatlar sunan ve geleceğin dijital altyapısını inşa eden temel bir disiplin olduğunu gösteriyor. Gelecekte biyolojik, dijital ve kuantum sistemlerin bir arada çalıştığı hibrit teknolojiler geliştikçe çip tasarımının önemi daha da artacak. Kısacası çipler yalnızca cihazlarımızı değil, dünyayı da daha akıllı hâle getiriyor. Bu nedenle çip tasarımı, 21. yüzyılın en kritik teknolojik yapı taşlarından biri olarak insanlık tarihindeki dönüşümlere yön vermeye devam edecek. ■



chinaface / iStock

Kaynaklar

- https://www.emo.org.tr/ekler/afb9a735d43bff2_ek.pdf?dergi=1278
- https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/kuresel-cip-krizi-nedir-sebepleri-nelerdir-ne-zaman-bitebilir
- https://webrazzi.com/2024/03/15/dunyanin-en-buyuk-cip-ureticileri-ve-odaklari/
- https://scitechdaily.com/mit-engineers-revolutionize-semiconductor-chip-technology-with-atom-thin-transistors/
- https://www.musiadconnect.com/blog/149
- https://engineering.stanford.edu/news/how-develop-ever-better-computer-chips
- https://www.taiwannews.com.tw/news/4241691
- https://download.intel.com/newsroom/kits/chipmaking/pdfs/Sand-to-Silicon_22nm-Version.pdf
- https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/beyin-gibi-calisan-bilgisayarlar-noromorfik-hesaplama-nedir
- https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED656038.pdf#page=33

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol [*merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr*

Ay, Dünya Çevresindeki Yörüngesinden Ayrılacak mı?

Güneş sistemindeki uzaklıklar konusunda ilk öğrendiğimiz bilgilerden biri, Ay'ın Dünya çevresindeki yörüngesinde yaklaşık 384.400 km mesafede dolanmasıdır. Ancak uydumuz Dünya'dan her yıl bir miktar uzaklaşır. Bu da bize uzun vadede Ay'ın Dünya'nın kütle çekiminden kurtularak yörüngesinden çıkabileceğini düşündürebilir.

Bilgisayar simülasyonları, Ay'ın ilk oluştuğu zamanlarda Dünya'ya uzaklığının yaklaşık 22.500 km olduğunu gösteriyor. Yani 4,5 milyar yıl kadar önce Ay ile Dünya arasındaki mesafe günümüzdekinin 17'de 1'i kadardı. Ay zamanla gezegenimizden uzaklaştı ve mevcut konumuna ulaştı. Uydumuz her yıl Dünya'dan ortalama 3,8 cm uzaklaşmaya devam ediyor.

Dünya ile Ay'ın hareket ilişkisini açıklayan bir fiziksel kavram aynı zamanda bize Ay'ın neden Dünya'nın kütle çekiminden kurtulup yörüngesinden çıkmayacağını da gösterir. Açısal momentumun korunumu, bir cismin dönmeye başladıktan sonra bu hareketini koruma eğiliminde olduğunu ifade eden fiziksel kavramdır. Bu ilke buz patencisi gibi tek bir cisime ya da Dünya-Ay ikilisi gibi bir sisteme uygulanabilir.

Açısal momentum, sistemdeki kütlenin dağılma biçimi ve sistemin dönme hızı olarak iki temel değişkenle ifade edilebilir. Dönüş hızı değişirse açısal momentumun korunumu ilkesi gereği sistemdeki kütle dağılımı da değişmelidir. Elbette bunun tersi de geçerlidir. Buz patenindeki dönme hareketi bu ilkeyi pratik bir biçimde açıklar. Dönen bir buz patencisi kollarını yanlara uzattığında kütle dağılımını değiştirir. Bunun sonucunda açısal momentum korunacağı için dönme hızı azalır.

Benzer bir durum Dünya-Ay sisteminde de gerçekleşiyor. Gezegenimizin kendi ekseni etrafındaki dönüş süresi, Ay'ın yörüngesindeki turunu tamamlama süresinden daha kısadır. Bu nedenle Ay'ın kütle çekim kuvveti, Dünya'nın kütle dağılımında geçici değişimlere neden olarak yeryüzünün farklı bölgelerinde gelgit şişkinlikleri ortaya çıkarır. Gelgitler sırasındaki yüzeyde sürtünmeyle kaybedilen enerjiye ek olarak Dünya'nın iç katmanları da bir miktar enerji kaybeder. Bunun sonucunda Dünya'nın dönüş hızı biraz azalır. Açısal momentumun korunumu gereği Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hızı azalırken Ay, sistemin kütle merkezinden biraz uzaklaşır.

Gelecek 50 milyar yıl içinde Ay'ın yörüngesindeki genişlemenin bir dengeye geleceği ve Ay'ın yörüngesindeki dönüş hızı ile Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hızının eşitleneceği düşünülüyor. Bunun sonucundaysa Ay'ın ve Dünya'nın sürekli aynı yüzleri birbirine bakacak yani Ay, Dünya'nın sadece belirli bir bölgesinden görülebilecek.

Bu teorik hesabı bozan bir durum var: Yıldızımızın yaklaşık 5 milyar yıl sonra yakıtını tüketerek şişmeye başlaması, Dünya-Ay sistemindeki dönüş hızlarının dengeye ulaşmasına izin vermeyecek. Çünkü Ay günümüzdekinden yaklaşık 190.000 kilometre daha uzakta dolansa da bir kırmızı deve dönüşen Güneş'in Dünya-Ay ikilisini yutacağı tahmin ediliyor.

Kaynaklar

iflscience.com/the-moon-is-slowly-moving-away-from-earth-will-we-ever-drift-apart-70642
skyatnightmagazine.com/space-science/tide-marks-moon-orbited-closer-earth
universetoday.com/articles/will-earth-lock-moon

Neden Bazı İnsanlar **Kişnişin Tadını** Sevmez?

Bilimsel adı *Coriandrum sativum* olan kişniş bitkisi (aşotu olarak da bilinir), maydanozgiller familyasında bulunuyor. Yaprakları maydanozu andıran kişnişin kurutulmuş meyveleri ya da tohumları yemeklerde baharat olarak kullanılabiliyor. Lezzet konusunda insanları keskin biçimde iki kutba ayıran bu bitkiyi sevenler onu ferahlatıcı, hoş bir kokuya ve meyvemsi bir tada sahip olarak nitelendiriyor. Diğer tarafta ise kişnişin kokusunu sabuna benzeten ve hiç beğenmediği için ondan uzak durmaya çalışanlar var. Araştırmalar bu net beğeni farkının genetik kökenleri olabileceğini işaret ediyor.

İnsanların aynı yiyeceği tattıklarında farklı tepkiler vermesi pek de şaşırtıcı değil. Tatma deneyimi herkeste aynı biçimde gerçekleşse de bu deneyime karşı verilen tepkiler çeşitlilik gösterebilir. Acı biber yemek buna örnek olarak gösterilebilir. Acı biber yiyen herkes yanma hissi deneyimler ancak bazı insanlar bu deneyimden hoşlanır. Kişniş söz konusu olduğunda ise durum bundan biraz farklıdır. Kişniş tüketen insanlar yiyeceğin tadını tanımlarken birbirinden tamamen farklı duyusal deneyimler tarif edebiliyor.

Dünya nüfusunun yaklaşık %4 ila %14'ü, kişnişin tadıyla kokusunu tahammül edilemeyecek düzeyde rahatsız edici buluyor. Bu insanlar tat ve koku deneyimlerini tarif ederken çoğunlukla sabun, toprak ve böcek benzetmelerini kullanıyor. Popülasyondaki bariz beğeni farkının genetik bir durumdan kaynaklanabileceğini sorgulayan bilim insanları binlerce insanın DNA'sını karşılaştırdı.

Yapılan karşılaştırmalı analizler, kişniş sevmeyenlerin "tek nükleotit polimorfizmi" adı verilen kalıtsal bir farklılık nedeniyle ayrı bir duyusal deneyim yaşadıklarına işaret ediyor. Bu kişilerin 11 numaralı kromozomunun koku alma duyusuyla ilişkili bir bölümünde popülasyonun geri kalanına kıyasla küçük bir farklılık bulunuyor. Genetik farklılığın olduğu bölgedeki OR6A2 adlı bir gen, kişnişte bulunan bazı kimyasal maddeleri algılayan reseptörlerin üretiminden sorumlu genetik bilgiyi içeriyor. Bu genin kodladığı reseptörler, kişnişte bulunan aldehit adlı moleküllerin algılanma biçimini değiştiriyor. Böylece kişniş tadıldığında farklı bir aroma ve lezzet deneyimi ortaya çıkabiliyor. Aldehitlere karşı duyarlılığın değişmesi sabunsu koku algılanmasına ve bitkideki diğer hoş aromalarının bastırılmasına yol açabiliyor.

Yapılan analizler kişnişin tadının insanlar tarafından beğenilip beğenilmemesinde etkili olan gen farklılığının coğrafi olarak değişkenlik gösterdiğini de ortaya koyuyor. Örneğin kişnişin sabun gibi koktuğunu belirtenlerin oranı Avrupa kıtasında %13'ü aşarken bu oran Asya kıtasının güneyinde %4'e kadar iniyor. ■

Kaynaklar

livescience.com/health/food-diet/why-do-some-people-think-cilantro-tastes-like-soap
nature.com/articles/nature.2012.11398
thoughtco.com/why-does-cilantro-taste-like-soap-4588073

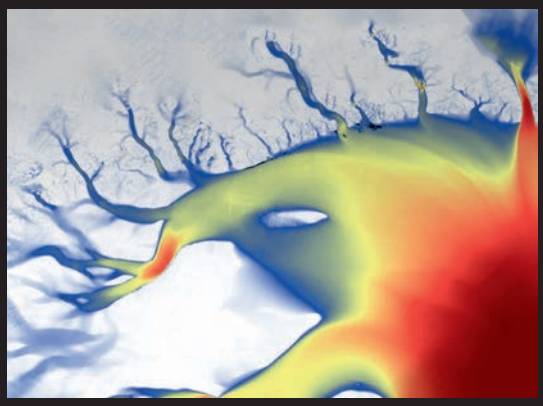
Biyokütle Uydusundan İlk Görüntüler

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

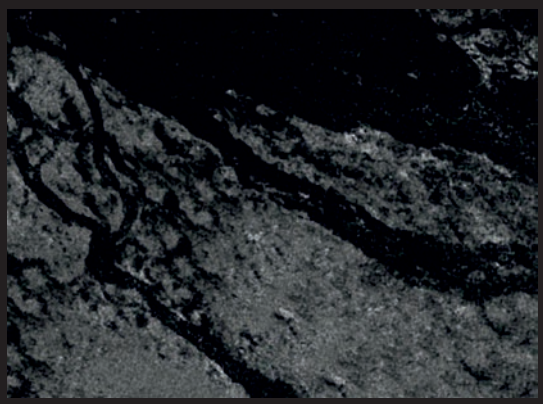
Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından geliştirilen Biyokütle uydusu 29 Nisan'da uzaya gönderilmişti. Uydunun elde ettiği ilk görüntüler yayınlandı.

Fransız Guyanası'ndan fırlatılan 1.250 kilogramlık uydunun üzerinde bugüne kadar uzaya gönderilmiş ilk P-bant radarı bulunuyor. Radarın ürettiği 30-80 santimetre dalga boylu dalgalar bitki örtülerinin içine rahatlıkla nüfuz edebiliyor. Biyokütle uydusu bu sayede bitkilerde depolanmış biyokütleyi ölçebiliyor. Uydu ilerleyen yıllarda 666 kilometre irtifadaki yörüngesinde Dünya'nın etrafında dolanırken yerküredeki bitki örtüsünde yaşanan değişimleri takip edecek. Elde edilen veriler karbon döngüsü, iklim değişikliği ve orman ekosistemlerinin sağlığı hakkında bilgi sağlayacak.

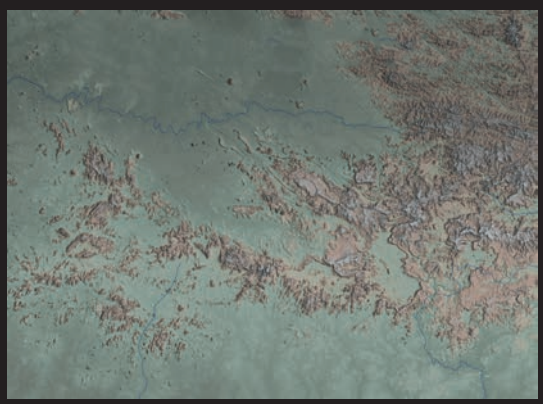
Uydunun yörüngeye yerleşme ve ölçüm cihazlarını kalibre etme süreci hâlâ devam ediyor. Dolayısıyla uydunun bugüne kadar gönderdiği veriler bilimsel çalışmalarda kullanılabilecek nitelikte değil. Yine de uydunun sağladığı ilk görüntüler P-bant radarının kapasitesini gözler önüne seriyor.



Buzullar ve buz katmanlarının hareket hızları



Yeraltı jeolojisi



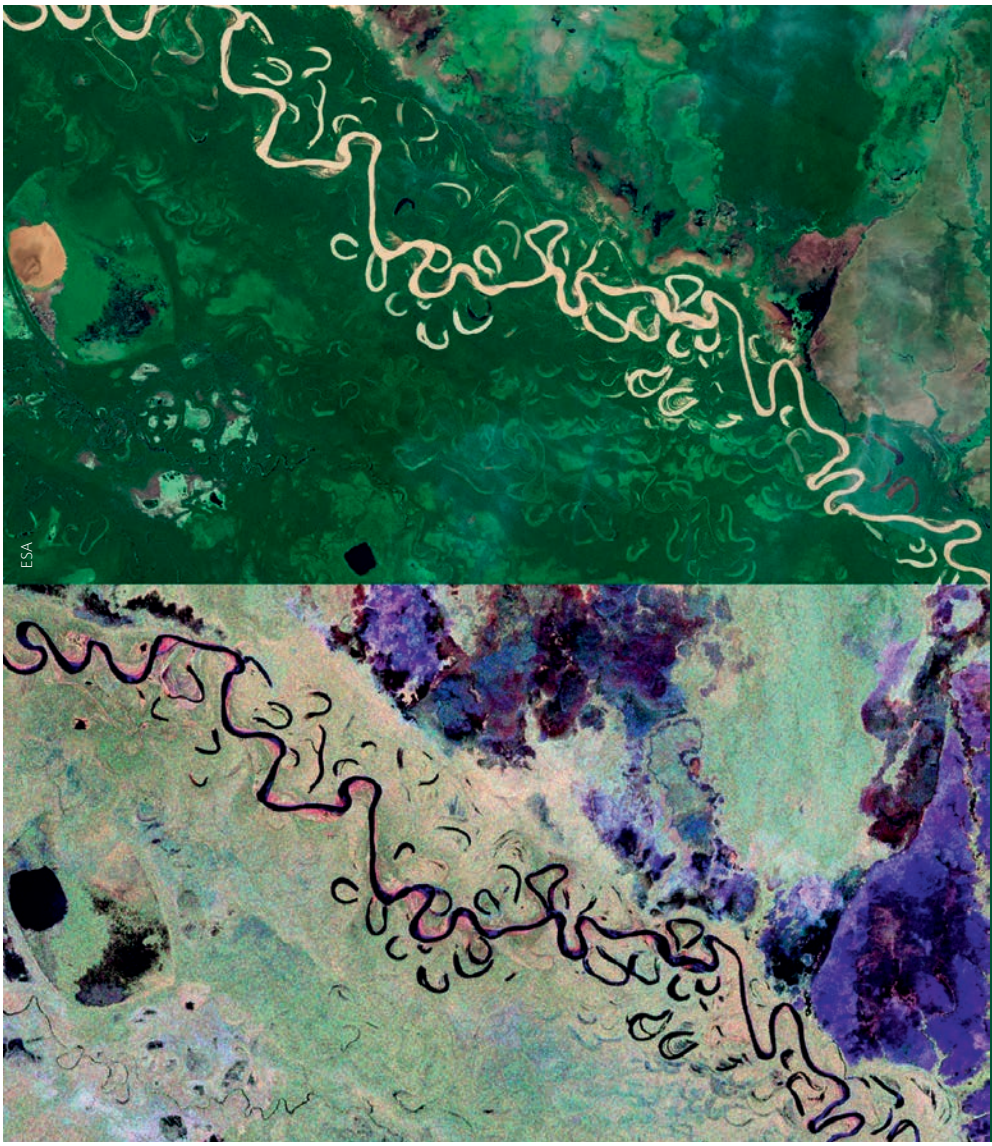
Bitki örtüsünün altındaki topoğrafya

European Space Agency / Atg Medialab / SPL

Biyokütle uydusunun elde ettiği yukarıdaki görüntüde Bolivya'nın bir bölgesi yer alıyor. Görüntüde farklı yapılar farklı renklerle gösteriliyor. Yeşilin tonları yağmur ormanlarını, kırmızının tonları longozları (subasarları) ve sulak alanları, mavi ve morun tonları çayırları, siyahın tonları ise akarsuları ve gölleri gösteriyor.

Görüntüde menderesler oluşturduğu görülen nehir Beni Irmağı. And Dağları'ndan doğan ırmak, kuzeydoğu yönünde Bolivya ovaları boyunca yol alarak Brezilya'ya doğru akıyor.

Görüntüdeki bölgede özellikle yeni tarım arazileri açılmasından kaynaklı bir ormansızlaşma olduğu biliniyor. Biyokütle uydusunun özelliklerinden biri farklı gözlemleri bir araya getirerek ormanların ortalama yüksekliğini ve biyokütlesini ölçebilmesi. Bu sayede ormanlardaki karbon kütlesi tahmin edilebilecek ve ormanların küresel karbon döngüsündeki rolü daha iyi anlaşılabilecek.

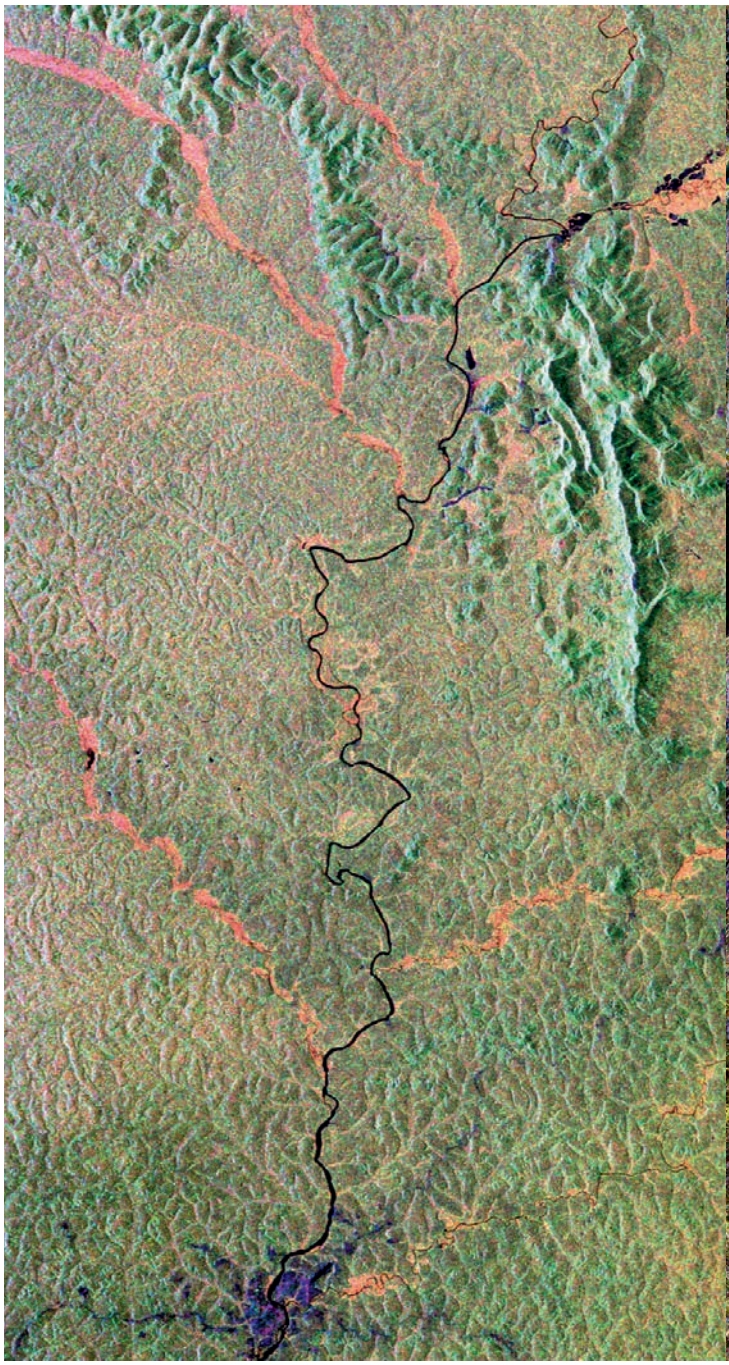


Yandaki görüntüde Amazon Yağmur Ormanları'nın Brezilya'nın kuzeydoğu kesimlerindeki kısımları yer alıyor. Görüntünün alt kısmında pembe ve kırmızının tonlarının yer aldığı bölgeler sulak alanlar. Irmağın kıyılarındaki kırmızı bölgelerse ormanlık longozlar. Görüntünün üst kısmındaki yeşil bölgelerde ise engebeli bir arazinin üzerini kaplayan yoğun ormanlar görülüyor. Biyokütle'nin uzun dalga boylu radarı yoğun bitki örtüsünün altına nüfuz ederek arazinin detaylı haritasını çıkarabiliyor.

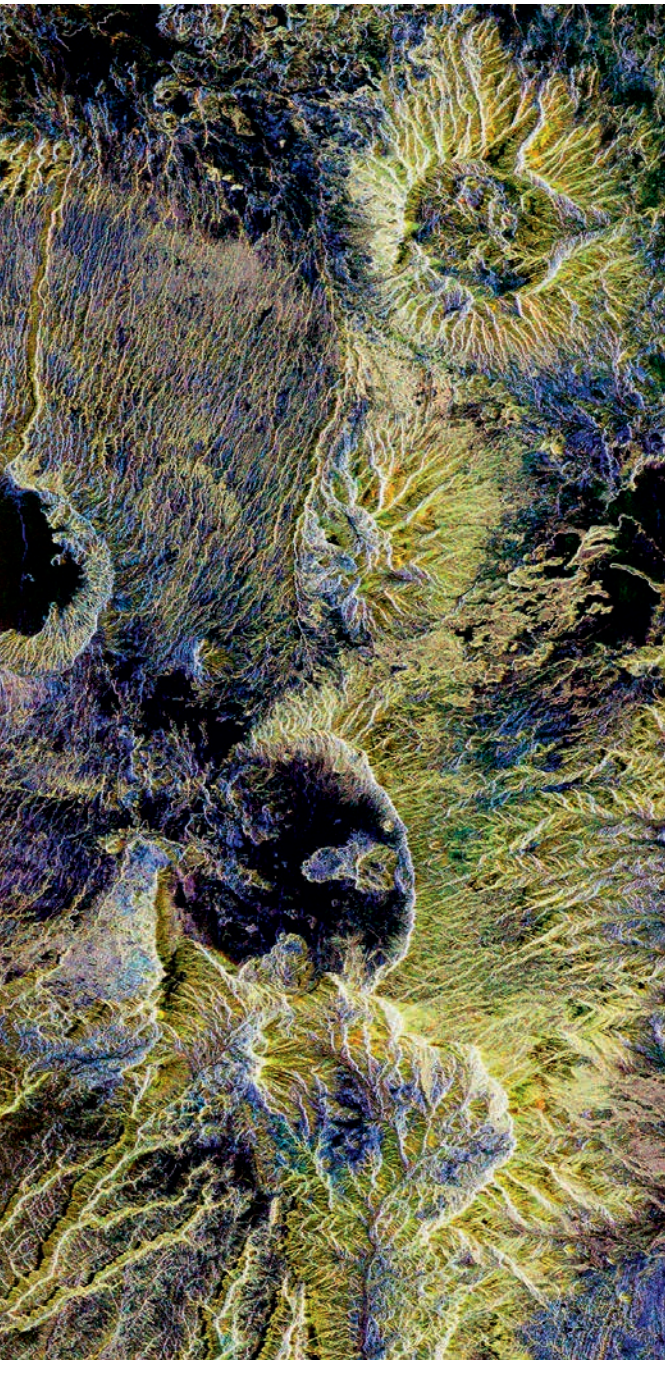
ESA

İki parçalı bu görselin alt kısmında Boliyva ormanlarının Biyokütle uydusu ile elde edilmiş görüntüsü, üst kısmında ise aynı bölgenin daha önceleri Copernicus Sentinel-2 uydusu ile çekilmiş bir fotoğrafı yer alıyor. İki görüntü birbirine çok benzese de optik görüntüde Biyokütle uydusundaki detaylar yer almıyor. Sentinel-2 uydusunun çektiği fotoğrafta sadece bitki örtüsünün üstü görülüyor. Biyokütle uydusunun P-bant radarı ise bitki örtüsünün altına nüfuz ederek ormanların tüm yapısını detaylandırıyor.

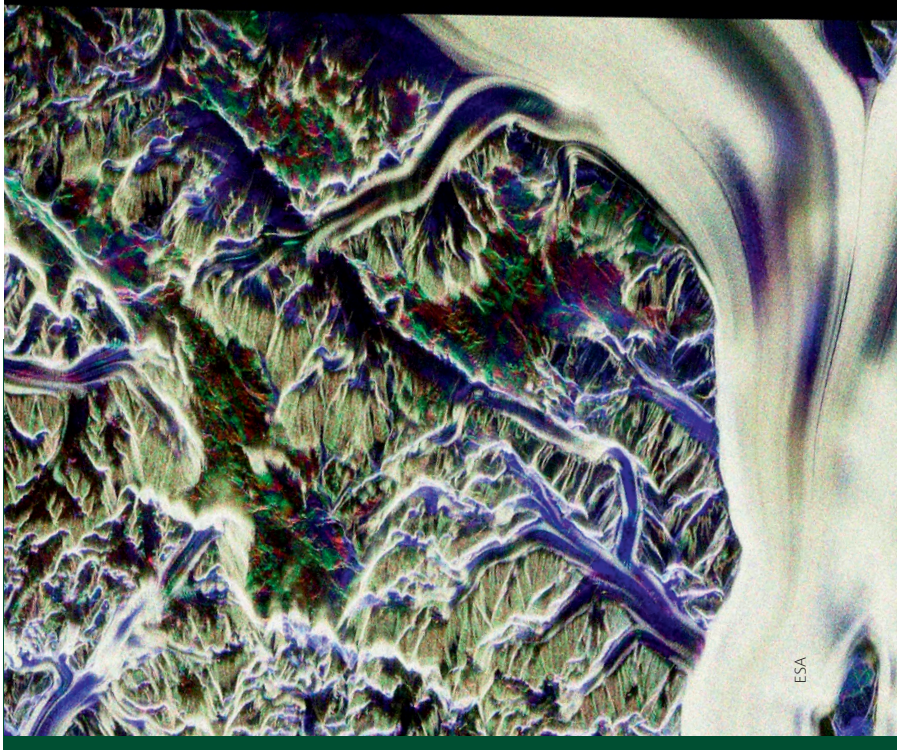
Yukarıdaki görüntüde Endonezya'daki Halmahera Yağmur Ormanları yer alıyor. Ormanların bulunduğu dağlık arazide aktif volkanlar da bulunuyor. Görüntünün kuzey ucunda yer alan Gamkonora Dağı da bu aktif volkanlardan biri. Bu görüntü, Biyokütle uydusunun sadece ormanların yapısını değil, P-bant radarının orman tabanına kadar nüfuz etmeyi başarabilmesi durumunda topoğrafik özellikleri de resmedebildiğini açıkça ortaya koyuyor.



Büyük oranda yeşilin tonlarını içeren bu görselde Gabon'daki yağmur ormanları yer alıyor. Görüntünün ortasındaki Ivindo Nehri yağmur ormanlarının sağlığı için hayati önem taşıyor. Bu manzara da bir önceki gibi Biyokütle uydusunun topoğrafik özellikleri ortaya çıkarabilme kapasitesini örneklendiriyor.



ESA



ESA

Biyokütle'nin radarı buz kütlelerinin altına da nüfuz edebiliyor. Yukarıdaki görselde Antarktika'daki Transantarktika Dağları'nın bir kısmı yer alıyor. Görüntüdeki Nimrod Buzulu en büyük buz akıntılarından biri. Buzul, Ross Buz Sahanlığı'na doğru hareket hâlinde.

P-bant radarının topladığı veriler hem buzulun hareket hızı hem de iç yapısı hakkında bilgi veriyor. Aynı bilgileri daha kısa dalga boylu dalgalar üreten radarlarla elde etmek mümkün değil.

Biyokütle'nin radarı kuru toprakların beş metre altına kadar nüfuz edebiliyor. Bu sayede uydunun topladığı verileri kullanarak çöllerin altındaki jeolojik yapıları haritalamak da mümkün. Çöllerin altındaki antik nehir yataklarını ya da gölleri tespit ederek geçmişteki iklim koşulları daha iyi anlaşılabilir, ayrıca fosil su kaynakları tespit edilebilir.

Biyokütle uydusunun kuru toprakların altındaki jeolojik yapıları haritalama kapasitesini gözler önüne seren bu görselde Sahra Çölü'nün Çad sınırları içinde kalan bir kısmı yer alıyor. Görüntüdeki dağ sırası Sahra Çölü'nün ortasında bulunan Tibesti Dağları'nın Çad'ın kuzey ucundaki kısımları. ■

Kaynak

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/FutureEO/Biomass/Biomass_satellite_returns_striking_first_images_of_forests_and_more

En Büyük Kütleli Kara Delik Birleşmesi Tespit Edildi

Prof. Dr. Faruk Soydugan [*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü ve Ulupınar Gözlemevi*

Astrofizikçiler kütle çekim dalgalarını gözlemleyerek şimdiye kadarki en büyük kütleli kara delik birleşmesini tespit etti. GW231123 adı verilen bu birleşme sonucu yaklaşık 225 Güneş kütlesinde bir kara delik oluştu. Daha önceki rekor 142 Güneş kütleli bir kara delikle sonlanan birleşmeydi. Bu tür keşifler, kara deliklerin evrende nasıl büyüdüğüne ilişkin soru işaretlerini aydınlatmak için önemli ipuçları sunuyor.

Kütle çekim dalgaları üreten kara delik birleşmelerinin temsili gösterimi

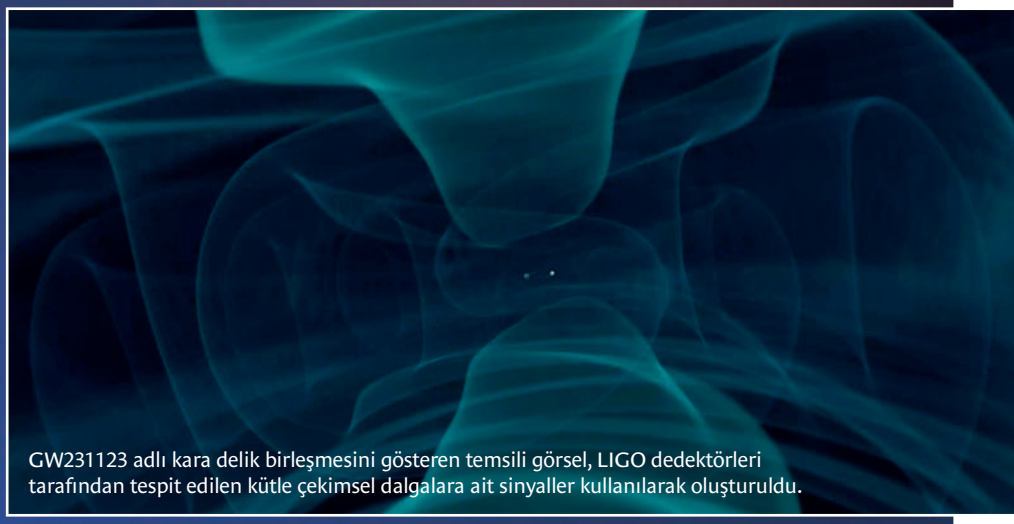
Victor de Schwanberg / SPL

Lazer İnterferometre Kütle Çekimsel Dalga Gözlemevi (LIGO), 2015 yılında kütle çekim dalgalarını ilk kez tespit etmişti. Bu dalgaları üreten kara delik birleşmesi sonucu, kütlesi Güneş'inkinin 62 katı olan bir kara delik oluşmuştu. Daha sonra ABD'deki LIGO, İtalya'daki Virgo ve Japonya'daki KAGRA dedektörlerinde çalışan ekipler LVK İş Birliği olarak adlandırılan bir ortak araştırma grubu oluşturdu. Bu iş birliği kapsamında 200'den fazla kara delik birleşmesi tespit edildi. 2015'ten bugüne toplamda gözlenen kara delik birleşmesi sayısı ise 300'e yakın.

LVK ortaklığında LIGO gözlemevi verileri kullanılarak keşfedilen GW231123 adlı birleşmenin, kütlesi Güneş'inkinin 100 ve 140 katı olan iki kara deliğin bir araya gelmesiyle oluştuğu

Yayım Hakkı: I. Markin (Potsdam Üniversitesi), H. Pfeiffer (Max Planck Kütle Çekimsel Fizik Enstitüsü), T. Dietrich (Potsdam Üniversitesi ve Max Planck Kütle Çekimsel Fizik Enstitüsü)

öngörülüyor. Yıldızların yaşam döngülerini açıklamak için geliştirilen standart modellere göre GW231123 birleşmesindeki gibi büyük kütleli kara deliklerin evrende yaygın olarak bulunması beklenmiyor. Bu iki kara deliğin, daha küçük kütleli kara deliklerin daha önce birleşmesiyle oluştuğu tahmin ediliyor.



GW231123 adlı kara delik birleşmesini gösteren temsili görsel, LIGO dedektörleri tarafından tespit edilen kütle çekimsel dalgalara ait sinyaller kullanılarak oluşturuldu.

Modeller, keşfedilen kara deliklerin saniyede yaklaşık 40 kez döndüğünü gösteriyor. Bu yüksek hız, Einstein'ın genel görelilik kuramının öngördüğü kara deliklerin kararlı kalabilmeleri için dönebileceği en büyük hız değerine son derece yakın. GW231123 sistemindeki kara deliklerin büyük kütleleri ve hızlı dönüyor olmaları, kütle çekimsel dalgaların tespit edilmesinde kullanılan teknolojilerin ve şu anki kuramsal modellerin sınırlarını zorluyor. Elde edilen sinyallerden doğru bilgiler elde etmek için yüksek hızda dönen kara deliklerin karmaşık dinamiklerini dikkate alan modeller kullanılması gerekiyor.

Bir kara delik iki mekanizmayla büyür: çevresindeki maddeleri yutarak ve başka kara deliklerle birleşerek.

Bazı kara delikler, ömrünün sonuna gelen çok büyük kütleli yıldızların süpernova patlamaları ile dış katmanları uzaya yayılırken çekirdeklerinin çökmesi sonucu oluşur ve bu kara delikler çevrelerindeki gaz, toz gibi maddeleri biriktirerek büyüyebilir. Kara delikler kütlelerine göre üç sınıfta gruplandırılır: Kütlesi, birkaç ila 100 Güneş kütlesi aralığındakiler yıldız kütleli kara delikler, 100 ila 100.000 Güneş kütlesi aralığındakiler orta kütleli kara delikler ve 100.000 ila milyarlarca Güneş kütlesi aralığındakiler süper kütleli kara delikler. Gözlemsel veriler yıldız kütleli ve süper kütleli kara deliklerin evrende daha sık görüldüğünü gösteriyor. Yıldızların çökmesi sonucu oluşmadığı düşünülen orta kütleli kara deliklere ise evrende az sayıda rastlanıyor. Bu tür kara deliklerin, kütlesi birbirine yakın iki kara deliğin birleşmesi sonucu oluştuğu tahmin ediliyor. Bilim insanları, kara deliklerin birbirini takip eden ikili birleşmeler (hiyerarşik birleşme olarak isimlendirilir) yoluyla hem dönüş hızlarını hem de kütlelerini artırabileceğini öngörüyor.

İnsanlık çok uzun süredir evreni keşfetmek için elektromanyetik dalgalardan yararlanıyor. Kütle çekimsel dalgalar ise kara delikler, nötron yıldızları gibi devasa yapıların birleşme, çarpışma gibi kozmik olaylar yoluyla geçirdiği değişimler hakkında önemli bilgiler sağlıyor. Aynı zamanda kara deliklerin nasıl sınıflandırılacağının ve oluşum mekanizmalarının, gök adaların yapılarının ve zaman içinde geçirdikleri değişimlerin anlaşılmasında kritik öneme sahip olan süper kütleli kara deliklerin nasıl oluştuğunu açıklamaya yardımcı oluyor. Ayrıca modellerin daha hassas hâle gelmesi için önemli ölçütler sunuyor.

GW231123 adlı kara delik birleşmesi sırasında açığa çıkan kütle çekimsel dalgaların oluşumunu gösteren animasyonu izlemek için kare kodu akıllı cihazlarınıza okutabilirsiniz. ■

Kaynaklar

https://phys.org/news/2025-07-ligo-virgo-kagra-massive-black.html
https://www.nature.com/articles/d41586-025-02212-7
https://www.aei.mpg.de/1262522/ligo-virgo-kagra-detect-most-massive-black-hole-merger-to-date

Beşinci Ulusal Arktik Bilimsel Araştırma Seferi Tamamlandı

Hayriye Yetiş Avcı | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bu yıl beşincisi düzenlenen Arktik Bilimsel Araştırma Seferi (TASE-V), 8-31 Temmuz tarihleri arasında gerçekleştirildi. 9'u Türk, 12 araştırmacının katıldığı sefer sırasında 19 farklı bilimsel proje hayata geçirildi. Arjantin, Bulgaristan ve Ekvator'dan 3 yabancı bilim insanının da katıldığı seferde, uluslararası iş birlikleri kapsamında ortak çalışmalar yürütüldü. İklim değişimi, deniz buzu, biyolojik çeşitlilik, meteoroloji ve deniz jeolojisi gibi alanlarda çalışmaların yürütüldüğü Arktik bilim seferlerinin ilki, 2019 yılında gerçekleştirilmişti. Kutup bilim seferleri ile ülkemiz, kutup araştırmalarındaki bilimsel varlığını güçlendirmeye devam ediyor.

T.C. Cumhurbaşkanlığı himayelerinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde, TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü koordinasyonunda gerçekleştirilen Arktik Bilimsel Araştırma Seferi'ne katılan ekip, araştırmalarını Kuzey Kutbu ve çevresinde yürüttü. İstanbul'dan yola çıkan araştırmacılar ilk olarak Oslo'ya gitti ardından Norveç'in Tromso şehrinden gemiyle ayrılarak Svalbard'a ulaştı.

Sefer kapsamında iklim değişikliğinin Arktik Okyanusu'ndaki bölgesel etkilerini takip etmek amacıyla kapsamlı ve düzenli ölçümler yapıldı. Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemleri (GNSS) ve meteorolojik ölçümlerle sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr gibi atmosfer dinamiklerine dair veriler anlık olarak kaydedildi. Sahada yapılan ölçümler uydu görüntüleriyle karşılaştırılarak iklim değişikliğinin gözlemlenebilir belirtileri tespit edilebilecek.

Arktik Okyanusu'ndaki canlı çeşitliliğine dair incelemelerin yapıldığı seferde, bölgedeki ekosistemlerin sağlıklı bir şekilde işleyip işlemediği araştırılan konular arasında. Deniz suyu ve sediment örneklerinden elde edilen veriler, ekosistemlerdeki denge süreçlerini etkileyen yani türler arasındaki etkileşimin sürdürülebilir şekilde devam etmesini sağlayan unsurların anlaşılmasında yol gösterici olacak. Ayrıca deniz yüzeyindeki mikroplastik yoğunluğu ölçülerek oluşturulan kirlilik haritaları sayesinde su kalitesi hakkında önemli bilgiler elde edilebilecek.

Bilim seferine TÜBİTAK tarafından düzenlenen 2204-C Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri Yarışması ile 2204-D Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Projeleri Yarışması'nın birinci olarak seçilen projelerinde yer alan 3 lise öğrencisi de katıldı. Öğrenciler projelerini Arktik şartlarında sahada test etme imkânı buldu.

Sefere katılan öğrencilerden Rukiye Aslı Kilci, "Kutup Çizimlerinden Kutup Kültürüne Simgesel Bakış ve Dijital Kutup Çizgi Roman Uygulaması" adlı projesi ile 2204-C Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri Yarışması'nın Sosyal ve Beşerî Bilimler Kategorisi'nde Türkiye birincisi olmuştu. Sefer boyunca kutupları yerinde gözlemleme imkânı yakalayan Aslı, edindiği izlenimleri dijital çizgi roman projesini geliştirmek için kullanacak. Sefere katılan diğer lise öğrencisi Kaan Yusuf Odacı geliştirdiği yapay zekâ destekli taşınabilir hava ölçüm cihazı ile 2204-D Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Projeleri Yarışması, Hava ve İklim Kategorisi'nde Türkiye birincisi olmuştu. Hava kirliliğine sebep olan gazları tespit edebilen sensörleri sayesinde yerinde ve anlık ölçümler yapabilen cihaz, bölgedeki hava kalitesine dair veriler topladı. 2204-D Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Projeleri Yarışması, Sürdürülebilirlik ve Refah Kategorisi'nde Türkiye birincisi olan Elif Berra Demir ise sefere "Soğan Kabuğu ve Kırmızı Deniz Yosunlarından pH'a Duyarlı Biyo-Eko Ambalaj Üretimi" konulu projesi ile katıldı. Proje kapsamında geliştirdiği ambalajın kutup şartlarındaki bozunma hızı, dayanıklılığı ve doğaya zarar verip vermediğiyle ilgili deneyler yaptı.

5. Arktik Bilimsel Araştırma Seferi'nde gerçekleştirilen proje konuları, Ulusal Kutup Bilim Stratejisi kapsamında ulusal ve uluslararası boyutta kritik öneme ve önceliğe sahip bilimsel temalar arasından seçildi. Sefer kapsamında gerçekleştirilen araştırmaların detaylarını ve sonuçlarını ilerleyen sayılarda sizlerle paylaşmaya devam edeceğiz. ■

Milaspage / iStock

Kaynaklar

- https://tubitak.gov.tr/tr/haber/turk-bilim-insanlari-besinci-kez-arktikte
- https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/5-ulusal-arktik-bilimsel-arastirma-seferi-basladi-913651.html

Formula 1 Araçlarının Ruhu

Pilotlar ve Pistler

Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*

daykuk / iStock

Formula 1, hızın ötesinde bir dünya. Her saniye, her vida, her karar yarışların sonucunu etkileyebiliyor. Bu spor, bilim ve mühendisliğin sınırlarının test edildiği bir sahne. Yani Formula 1 sadece bir otomobil yarışı değil aynı zamanda uygulamalı bir bilim yarışı. Riskler devasa, hata payı ise yok denecek kadar az. İşte bu yüzden Formula 1, saatte 370 kilometreye ulaşan hızlarda mükemmelliği arayan eşsiz bir gösteri, âdeta bir hız senfonisi!

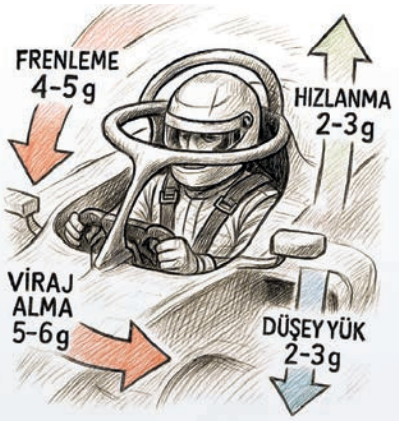
Formula 1 yazı serisinin bu yazısında Formula 1 yarışlarına karakterini veren unsurları yani pilotları ve yarışların yapıldığı pistleri inceleyeceğiz.

bluebeat76 / iStock

Fiziksel Güç, Zihinsel Keskinlik ve Mühendisliğin Uyumu

Formula 1 pilotları, insan sınırlarını zorlayan fiziksel ve zihinsel özelliklere sahip sporculardır. Vücutlarını yarışlardaki zorlayıcı şartlara hazırlar, zihinlerini saniyenin onda birinde karar verecek keskinlikte tutar ve son derece gelişmiş teknoloji ürünü araçlarını maksimum potansiyeliyle kullanmaya çalışırlar. Teknoloji ne kadar ilerlerse ilerlesin direksiyonu kontrol eden bir insandır ve o insanın yetenekleri, Formula 1'de sonucu etkileyen en belirleyici unsurdur.

Bir Formula 1 aracı kullanmak sadece direksiyonu çevirip pedallara basmaktan ibaret değildir. Pilot attığı her turda yüksek g kuvvetlerine maruz kalmasına rağmen konsantrasyonunu koruyarak araçtaki tüm sistemleri yönetmeye devam eder. Yüksek hızlı bir virajda pilotların boynuna binen yük 5 g'ye ulaşabilir. Bu, kafanın ve kaskın toplam ağırlığının yaklaşık 5 katı büyüklüğünde bir kuvvetin boyna yandan etki etmesi anlamına gelir. Dolayısıyla boyun kasları bir Formula 1 sürücüsü için en önemli kas gruplarından biridir. Pilotlar saatler süren yarışlar sırasında yüksek g kuvvetlerine direnç gösterip başlarını sabit tutabilmek için özel boyun antrenmanları yapar. Boyun kasları yeterince güçlü olmazsa ideal görüş alanına sahip olamaz, frenleme ve dönüşler sırasında pistte hedefledikleri noktayı tutturamazlar. Gerçekten de araç içi kamera görüntülerinden güçlü boyun kasları sayesinde yarış sırasında pilotların kafa hareketlerinin son derece sınırlı olduğu görülebilir. Buna rağmen tecrübesiz pilotların özellikle yarışların sonlarına doğru yorulan başlarının yana doğru hareket ettiği görülebilir. Pilotlar yüksek g kuvvetlerine sadece virajlarda maruz kalmaz. Frenaj anında araç ani bir şekilde yavaşladığı için pilotların vücudu 5 g



büyüklüğünde bir kuvvetle ileri doğru savrulur. Fren pedalına uygulanan kuvvetin büyüklüğü ise kimi zaman 160 kg'lık bir kütlenin ağırlığına ulaşır. Ayrıca gaz-fren dengesini sağlamak için ayak, direksiyon kontrolü içinse bilek hareketlerinin hassas bir şekilde kontrol edilmesi gerekir.
Bir yarış sırasında pilotların ortalama kalp atım hızları dakikada 160-180 arasındadır. Tüm bunlar için pilotlar düzenli olarak egzersiz yaparak formda kalır, özellikle kardiyo egzersizleri ile dayanıklılıklarını artırırlar.

Pilotlar, Singapur gibi sıcak bölgelerde yapılan yarışlarda 2-3 kg sıvı kaybedebilir. Su kaybını dengelemek için kasklarına pipet ile bağlı içecek sisteminden sürekli sıvı alırlar. Formula 1 sürücülerinin refleksleri ve göz-el koordinasyonları son derece gelişmiştir. Start işaretini veren ışıklara tepki süreleri 0,2 saniye civarındadır. Ortalama bir insanın görsel tepki süresi ise ~0,3 saniyedir.

Pilotlar fiziksel antrenmanların yanı sıra takım merkezlerinde bulunan simülatörlerde sürüş tekniklerini geliştirir. Yarışlardan önce bu simülatörlerde sanal turlar atar, pistin karakterini öğrenir, farklı ayarları dener ve farklı yarış stratejilerini test ederler. Pistler simülatör ortamına aktarılırken lazer tarayıcılarla milimetrik hassasiyetle modellenir. Yani simülatörlerde modellenen pistlerin fiziksel özellikleri (örneğin frenaj noktaları, virajların eğrim açıları) gerçek pistinkilerle aynıdır.

Araçta bulunan sensörlerden gelen telemetri verileri kadar pilotun geri bildirimi de mühendislerin aracın performansını yönetmesinde etkilidir. Yedi kez dünya şampiyonu olan efsanevi pilot Michael Schumacher, "Mühendis veriye bakar, verinin nedenini ancak kokpitteki pilot hisleriyle açıklayabilir." diyerek bu noktaya dikkat çeker. Örneğin telemetri, gaz pedalına uygulanan basıncın aniden düştüğünü gösterir. Ama pilotun gazdan ayağını çekmesinin nedeninin bir sorun fark etmesi mi yoksa hata yapması mı olduğunu sadece pilot açıklayabilir. Bu yüzden büyük şampiyonlar aracın performansının geliştirilmesinde etkin rol oynar. Örneğin Formula 1'in unutulmaz pilotu Ayrton Senna, McLaren'in 1993'te geliştirdiği aracında kullanılan aktif süspansiyon sistemiyle ilgili hassas ve ayrıntılı geri bildirimler vererek yeni geliştirilen teknolojinin avantajının en üst düzeyde değerlendirilmesini sağlamıştı. Fernando Alonso gibi şampiyon pilotlar, yarış sırasında lastiklerini nasıl koruyacakları gibi stratejik planlamalar yaparak mühendisler kadar takıma fayda sağlar. Günümüzün önde gelen şampiyonlarından olan Lewis Hamilton, araç ayarları hakkında hassas geri bildirimler vermesi ve lastikleri verimli kullanma konusundaki üstün yeteneği ile bilinir. Kimi zaman bu tür geri bildirimler pilota özel araçların geliştirilmesine de neden olabilir. Örneğin Red Bull takımından Max Verstappen'in geri bildirimleriyle geliştirilen araçların Verstappen'i kazandığı şampiyonluklarda büyük etkisi olmuştu. Ancak kişinin sürüş karakterine özel geliştirilen bu araçların diğer pilotlar tarafından sürülmesinin zor olduğu söylenir.

Sensörlerden gelen veriler ile pilotlardan gelen geri bildirimlerin birlikte değerlendirilmesi, insanların ve makinelerin uyum içinde çalışmasını sağlar. Bu sayede araçtan en yüksek performans elde edilebilir. Örneğin 2020 Türkiye Grand Prix'de yağmur nedeniyle kayganlaşan zeminde

Formula 1 simülasyon aracı

Sebastian Vettel gibi tecrübeli pilotlar, aracın elektronik kontrollü diferansiyel ayarlarını yarış içinde değiştirerek daha iyi çekiş sağlamış ve bu sayede zorlayıcı koşullardaki yarış sürecini tecrübesiz olanlara kıyasla daha iyi yönetmişlerdir.

Gerçek pistlerin yüksek doğrulukla modellendiği; direksiyon, pedal ve koltuktan oluşan profesyonel yarış simülatörü kokpitlerinde oynanan Formula 1 simülasyon oyunlarıyla büyüyen Max Verstappen gibi genç yıldızların, yağmurda spin attıktan sonra hızla yola dönmek gibi refleksleri son derece gelişmiştir. Bu sayede gerçek yarışlarda beklenmedik durumlara hızlı uyum sağlarlar.

Genç sürücüler karting yarışlarından itibaren simülatörlerde çalışarak farklı pist tiplerini öğrenir, yarış çizgilerini çalışır. Son dönemde, pilotların eğitiminde, Formula 2 ve Formula 3 gibi alt seriler kadar e-spor ve simülasyon turnuvalarının da etkili olduğu görülüyor.

Aynı zamanda Formula 1 pilotlarının mental dayanıklılıkları çok yüksektir. Saatlerce süren yarışlar sırasında konsantrasyonlarını korumak, saatte 300 km'yi aşan hızlarda milimetrik hassasiyetle manevra yaparak rakipleri ile mücadele etmek büyük zihinsel güç gerektirir. Baskı altında doğru kararlar verebilirler. Örneğin tehlike oluşturan bir durum nedeniyle piste giren güvenlik aracı görevini tamamlayıp pit alanına döndüğünde, soğuyan piste hangi lastiğin uygun olduğunu anında değerlendirerek takıma bilgi verirler. Ya da motorla ilgili bir uyarı işareti yandığında aracın kokpit ekranlarından kodları okuyup mühendise durumu tarif ederler.

Formula 1 tarihinde "efsane" olarak nitelendirilen pilotlar, teknolojiyle kendi becerilerini mükemmel şekilde harmanlayan sürücülerdir. Juan Manuel Fangio gibi Formula 1'in ilk dönemlerindeki başarılı pilotlar, gelişmiş aerodinamik ve elektronik sistemlerin neredeyse hiç desteği olmadan tamamen kendi sürüş yetenekleri ile öne çıkmışlardı. Niki Lauda gibi isimler, araçların geliştirme sürecine aktif bir şekilde katkı bulunarak teknik geri bildirimlerle takımlarının rakabet gücünü artırdı. Ayrton Senna, telemetri teknolojisinin ilk kullanılmaya başlandığı dönemlerde mühendislik verisini deneyim ve gözlemleriyle birleştirdi ve özellikle yağmur koşullarında rakipsiz performanslar sergiledi. Günümüzde ise Max Verstappen ve Charles Leclerc gibi simülatör teknolojileriyle yetişmiş genç sürücüler, sanal ortamda kazandıkları deneyim sayesinde gerçek pistlere hızla uyum sağlayabiliyor.

Hız, Beceri ve Güvenliği Birleştiren Pistler

Formula 1 yarışları, dünyanın en ileri mühendislik ürünü pistlerinde gerçekleşir. İyi tasarlanmış bir pist hem hız yapmaya elverişli düzlüklere hem de pilotların sürüş yeteneklerinin belirleyici olduğu teknik virajlara sahip olmalıdır. Aynı zamanda olası bir kaza anında pilotların ve seyircilerin yaralanma riskini en aza indirmek için geniş kaçış alanları bulunmalıdır. Yüksek tutunma sağlayan pist yüzeyine, yağmur suyunu pist yüzeyinden uzaklaştıran etkili drenaj sistemine, gelişmiş iletişim ekipmanları ile iyi donatılmış pit ve garaj alanlarına sahip olması gereklidir.

Formula 1'in en zorlu ve heyecan verici pistlerinden biri olan İstanbul Park

Zandvoort pisti

Formula 1 yarışları dünyanın beş kıtasında bulunan farklı pistlerde gerçekleştirilir. Çöl ortasındaki Yas Marina'dan tropik iklim koşullarının hâkim olduğu Interlagos'a, rakımı 2.000 m'nin üzerinde olan Autodromo Hermanos Rodriguez'den deniz kenarındaki Zandvoort'a kadar farklı iklim ve coğrafi koşullarda yarışmayı mümkün kılan pistler Formula 1'in heyecanını arttırır.

Bir pist hem araçların yüksek hızlara çıkmasına olanak tanıyacak uzun düzlüklere hem pilotların sürüş becerilerini sınayacak teknik virajlara hem de FIA'nın güvenlik standartlarını karşılayacak bir tasarıma sahip olmalıdır. Bir pist tasarlanırken uzun düzlükler, keskin ve hızlı virajlar, yükselti değişimleri gibi unsurlar dikkate alınır. Hedef, heyecan verici yarışlar sunarken aynı zamanda güvenlik standartlarını en yüksek düzeyde sağlamaktır. Örneğin bir pistteki yüksek hızla dönülen virajların dışına geniş asfalt kaçış alanları konur. Pistin etrafındaki bariyerlerin açısı, kontrolden çıkan bir aracın olası çarpma yönü ve hızı dikkate alınarak belirlenir. CSAS (Circuit Safety

TecPro bariyerler çarpışma anında enerjiyi büyük ölçüde sönümler.

Analysis System) gibi simülasyon yazılımları kullanılarak virajda savrulan bir aracın pist dışında ne kadar ilerleyeceği ve bariyere çarpma hızı hesaplanır. Bu verilere göre pistin hangi bölgelerinde hangi bariyer tipinin kullanılacağı belirlenir. Örneğin yüksek yoğunluklu polietilen ve köpük dolgudan oluşan TecPro bariyerler çarpışmanın enerjisini emer ve sürücüye etki eden g kuvvetini düşürür. Bu sayede pist daha inşa edilmeden sanal ortamda güvenlik testlerinden geçer.

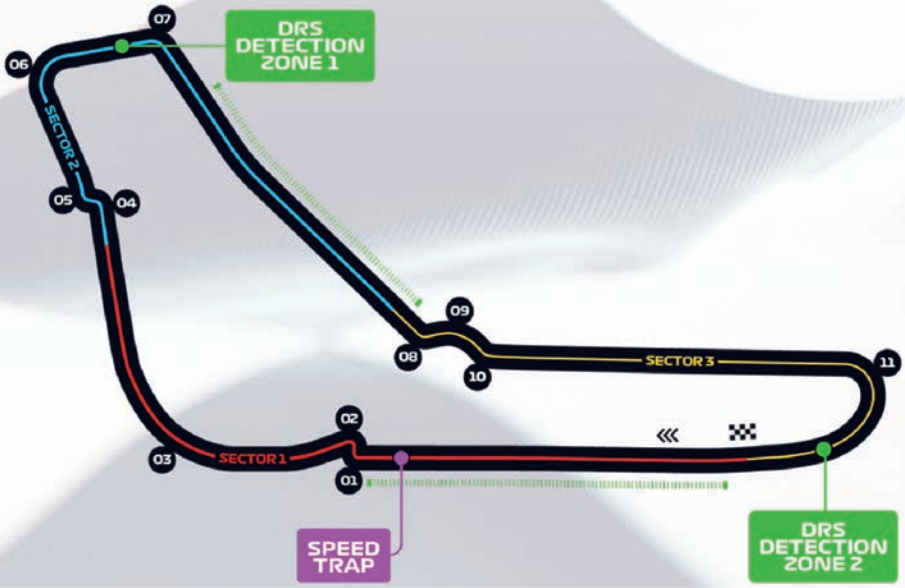
Klasik pistlerin çoğu, bulundukları arazinin doğal yapısına göre şekillenir. Örneğin Belçika Grand Prix'inin yapıldığı Spa-Francorchamps pisti, Arden ormanının tepeleri ve vadileri boyunca ilerler. Meşhur Eau Rouge yokuşu ve Raidillon çıkışı, pistin inşa edildiği arazinin topoğrafyasının yansımasıdır. Monako pisti, şehrin sokaklarında gerçekleştirilir ve neredeyse hiç kaçış alanı

Spa-Francorchamps pistinin ünü Eau Rouge yokuşu

yoktur. Monako gibi eski pistler tasarlanırken güvenliğe bugünkü kadar önem verilmediğinden günümüz güvenlik standartlarını sağlamak için bur tür pistlere ek şikanlar (uzun düzlüklerin sonunda araçların yavaşlaması için oluşturulmuş bir dizi keskin viraj) eklendi veya bariyerler yerleştirildi.

Öte yandan modern pistler genelde boş araziler üzerine inşa edilir. Örneğin ABD Grand Prix'inin gerçekleştirildiği COTA pisti, Texas'ta düz bir araziye inşa edilmesine rağmen başlangıç düzlüğünün sonunda 40 m'lik yapay bir yükselti oluşturuldu. Böylece araçların birinci viraja çıkarken tırmandığı bir rampa tasarlandı.

İstanbul Park pisti de modern tasarımın başarılı bir örneğidir. İlk yarışın 2005'te gerçekleştirildiği bu pist, İstanbul'un Anadolu yakasına, arazinin doğal topoğrafik yapısı korunarak inşa edildi. Yarış sırasında araçların saat yönünün tersi yönde hareket ettiği pistin en bilinen bölümü 8. virajdır. Sola doğru dönülen bu viraj yaklaşık 640 metre uzunluğundadır. Araçlar 8. virajı ortalama 270 km/s hızla döner ve virajı geçerken 8 saniyeden fazla tam gazda hareket ederler. Bu virajda pilotların vücutlarına ortalama 3,5 g yanal kuvvet etki eder. Dönüş sırasında pilotlara etki eden maksimum g kuvveti ise 5 g'ye ulaşır. Dolayısıyla pilotlar bu viraj için özel boyun antrenmanları yapar.



İstanbul Park'ın tasarımcısı Hermann Tilke 8. virajın, arka arkaya üç viraj tek bir viraj oluşturacak şekilde dizayn edildiğini ve amaçlarının pilotların sürüş yeteneklerini test etmek olduğunu söylemiştir. 8. viraj, bazı pilotlar tarafından Formula 1'in "en zorlayıcı ve heyecan verici virajı" olarak tanımlanır.

Japonya Grand Prix'inin gerçekleştirildiği Suzuka pisti de Formula 1'in efsanevileşen pistlerinden biridir. 8 şeklindeki bu pistin bir bölümünün diğerinin üzerinden geçtiği kısımda bir köprü bulunur. Pistin art arda gelen S şeklindeki virajlarında, kısa zaman aralıklarıyla hızlı bir şekilde yön değiştirmeleri gereken araçlar denge açısından sınanır.

İtalya Grand Prix'inin düzenlendiği Monza pisti ise uzun düzlükleri ile bilinir. Yüksek hızlarda dönülen Lesmo, Parabolica gibi virajlarda

araçlara etki eden yere basma kuvvetinin düşük olması gerekir. Araçların hızlarının saatte 360 km'ye ulaştığı Monza'da 2020 yılında 372 km/h ile rekor kırılmıştı.

Britanya Grand Prix'inin gerçekleştirildiği Silverstone eski bir havaalanı pistidir. Maggots, Becketts, Chapel gibi yüksek hızda dönülen virajları ile ünlü olan pist, yüksek yere basma kuvveti gerektirir.

Monako, cadde pistlerinin atasıdır. Monaco'nun dar caddelerinden geçen pistteki neredeyse tüm virajlar düşük hızlarda dönülür. Araçların birbirini geçmesinin son derece zor olduğu bu pist, tarihi değeriyle takvimde yer alır. Çünkü Formula 1 yarışlarının başladığı 1950 yılında yarış takviminde yer alan pistte 1955'ten beri düzenli olarak Formula 1 yarışları gerçekleştiriliyor.

Pistlerin yüzeyinin yapısı da yarışların sonucunu etkiler. Asfalt bileşimleri pistten piste değişir. Bazı pistler çok aşındırıcı özelliktedir. Bu durum lastiklerin tutuşunu artırsa da ömrünü kısaltır. Bazı pistlerde ise asfaltın üretiminde kullanılan agrega adlı katı tanecikler daha küçük boyutludur. Bu tür pist yüzeyi lastikleri çok fazla aşındırmaz ancak ıslandığında kayganlaşabilir. Asfalt karışımında bağlayıcılık sağlayan bitüm adlı malzeme, ilk kullanıldığı zamanlarda kaygan olur. Ancak yarış lastikleri zamanla asfaltın üzerinde kalıntı bırakır. Bu nedenle yarış hafta sonu boyunca cuma ile pazar günleri arasında yol tutuşu giderek artar. Yağmur yağdığında ise bu tabaka temizlenir.

Formula 1 pistlerinin kritik noktalarında yüksek hızlı kameralar ve sensörler bulunur. 2022'den itibaren bazı pistlere dijital bayrak panelleri ve yarışla ilgili uyarıları pilotların gösterge ekranlarına gerçek zamanlı olarak ileten sistemler kuruldu. Örneğin pistin bir bölümünde tehlikeli bir durum bulunduğunu ve bu bölümde geçiş yapmanın yasak olduğunu gösteren sarı bayrak devreye girdiğinde, pilotun direksiyonunda da sarı ışık yanıyor.

Modern pist tasarımında seyirci deneyimi de dikkate alınır. Geniş tribünler, seyirci aktivite alanları, Singapur ve Bahreyn gibi gece yarışları için pistin tamamını aydınlatan sistemler pist tasarımının parçasıdır. Ayrıca yayın teknolojileri için uygun kamera yerleri ve çekim rotaları tasarım aşamasında göz önüne alınır. ■

Monaco pisti dar virajları ile bilinir.

Ingram Publishing / Alamy

Kaynaklar

- Formula1.com – "*Neck strength, lasers and voices in drivers' heads*", pilotların maruz kaldığı 5G kuvvetler ve boyun önemi açıklaması https://bit.ly/46rxGPP
- Formula1.com – "*Rapid decisions – race start*", pilotların ortalama 0.2 sn start reaksiyon süresi bilgisi https://bit.ly/46rxLD7
- Business Insider – "*F1 drivers spend hours in simulator*", simülatörlerin yarış hazırlığındaki önemi ve sanal turlar https://bit.ly/4laqL22
- Formula1.com – "*F1 simulators are designed with lasers*", pistlerin lazerle taranıp simüle edilmesi ve pilotların bunu gerçekçi bulduğu https://bit.ly/44vrpjs
- RacingNews365 – "*Why do F1 drivers get weighed?*", yarışta sürücülerin 2-3 kg su kaybetmesi örneği (pilotların fiziksel zorlanmasına dair) https://bit.ly/4esHE5u
- Motorsport.tech – "*Science behind circuit design*", yeni pist tasarımında güvenlik simülasyonları (CSAS) ve COTA örneği https://bit.ly/3ZYMOAu
- Formula1.com – "*Turkey's Turn 8: Challenging corner*", İstanbul Park Turn 8 uzunluğu ve G kuvveti verileri https://bit.ly/44KE839
- Reuters – "*Istanbul track surface grippy after 2020 ice rink*", yeni asfaltın ilk yıl kayganlığı ve ikinci yıl su jeti ile düzeltilmesi https://bit.ly/3Tm8W40
- https://www.redbull.com/tr-tr/formula-1-terimler-sozlugu

Dijital Obez miyim?

Dijital araçları çok yoğun kullanmak yaşam memnuniyetimizi azaltıyor!

Doç. Dr. Bahar Kayıhan [*Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İletişim Fakültesi*

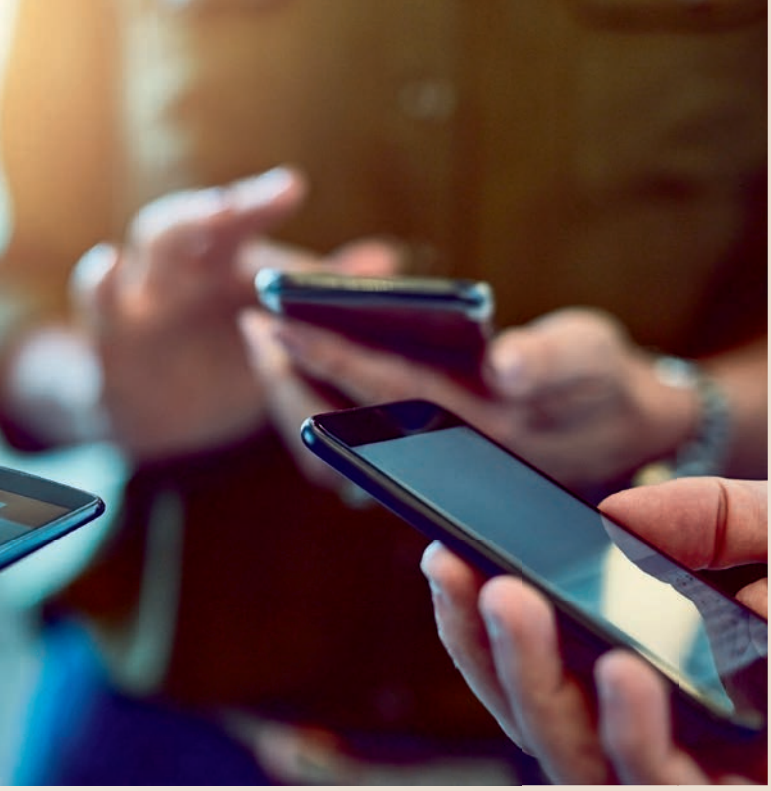
Dijital obezite, çok fazla dijital veriye maruz kalmak, *phubbing* ise insanlarla iletişim kurmak yerine mobil cihazlara yönelmek olarak tanımlanıyor. Her ikisi de sağlığımızı tehdit ediyor ve yaşam memnuniyetimizi azaltıyor.

"Dijital Obezite" kavramı, ilk kez 2004 yılında Toshiba şirketi tarafından hazırlanan bir raporda, tüketicilerin ve kuruluşların dijital veri depolama eğilimindeki artışa dikkat çekmek amacıyla kullanıldı. Bu eğilim hem veri depolama alanı ihtiyacını hem de dijital verilerle geçirilen süreyi arttırıyor. Özellikle son yıllarda sunucu, depolama alanı, veri tabanı, ağ ve yazılım gibi bilgi işlem kaynaklarının çevrim içi ortamda sunulmasına karşılık gelen bulut bilişim teknolojilerinin sağladığı esneklik, erişilebilirlik ve verimlilik faydalı olsa da bunlar, veri güvenliği ile mahremiyet ihlalleri ve dijital bağımlılık gibi önemli riskleri de beraberinde getiriyor. Ayrıca bu veri yığınları, kullanıcıların bir daha bakmadığı dijital çöplüklere dönüşüyor.

Freepik

Son yirmi yılda "dijital obezite" yalnızca veri depolamayı değil, bireylerin dijital içeriklere kolay erişmesini ve bu içerikleri aşırı tüketerek bağımlılık geliştirmesini de kapsayan bir kavrama dönüştü. Dünya genelinde yapılan birçok araştırma, dijital obez sayısının endişe verici boyutlara ulaştığını ve bunun fiziksel, sosyal, psikolojik ve bilişsel gelişim üzerinde olumsuz etkiler yarattığını gösteriyor. Dijital obezite sağlık sorunlarına, örneğin kas-iskelet sistemi ağrılarına, göz hastalıklarına ve uyku bozukluklarına yol açabiliyor.

Araştırmalar, dijital obezitenin ortaöğretim, lisans ve lisansüstü eğitimine devam eden bireyler arasında daha yaygın olduğunu ve bu bireylerde yaşam memnuniyetinin daha düşük olduğunu ortaya koyuyor.



PeopleImages / iStock

Telefon anlamına gelen *phone* ve küçük görme anlamına gelen *snubbing* kelimelerinden türetilen *phubbing* ise dijital obeziteyle ilişkilendirilen yeni bir kavram. Henüz Türkçeleştirilmediği için ülkemizde de bu şekilde kullanılan terim, mobil cihazlara aşırı odaklanma nedeniyle kişiler arasındaki iletişimin göz ardı edilmesi olarak tanımlanıyor. Bu davranış, çoğu zaman saygısız, kaba ve sosyal açıdan uygunsuz olarak değerlendiriliyor. *Phubbing;* sınıf ortamlarında, toplantılarda, kafelerde, seyahatlerde, ev ziyaretlerinde ve çocuklarla geçirilen zamanlarda sıklıkla görülüyor.

İlginç olan, bireyler bu davranışın olumsuz etkilerinin farkında olmalarına rağmen *phubbing* yapmaya devam ediyor. Gençler, bu davranışı rahatsız edici bulsalar da buna sıkça başvurduklarını belirtiyor. Pew Araştırma Merkezi'nin yayınladığı bir rapor, çocukların bile ebeveynlerinin yüz yüze iletişim sırasında telefon kullanılmasından şikâyetçi olduğunu gösteriyor.

Dijital obezite ve *phubbing*'le başa çıkmak için ne yapılabilir?

Dijital obezite ve *phubbing*'le başa çıkmak için hem bireysel hem toplumsal stratejiler geliştirmek gerekiyor. Bu stratejiler; bağımlılık yaratan dijital uygulamalara karşı farkındalık oluşturmayı, sosyal medya kullanırken zaman planlaması yapmayı ve çalışma ortamlarını dikkat dağıtıcı dijital unsurlardan arındırmayı kapsıyor. Bildirimleri sınırlandırmak, düzenli dijital molalar vermek, gereksiz uygulamaları silmek de bu konuda faydalı olabiliyor.

Dijital okuryazarlık da bu sorunlarla başa çıkma sürecinin önemli bir parçası olarak öne çıkıyor. Sadece dijital araçların kullanımı değil; bilgiye ulaşma, bilgiyi değerlendirme ve güvenli iletişim kurma gibi becerileri kapsayan bu yetkinlik, dijital obeziteyi önlemede belirleyici bir rol oynuyor.

Dijital obeziteyle mücadelede önerilen yöntemlerden biri de dijital detoks. Dijital detoks bireylerin belirli bir süre dijital cihazlardan uzak kalması olarak tanımlanıyor. Araştırmalar dijital detoksun depresyon belirtilerini azaltmada etkili olabileceğini gösteriyor.

Dijital detoks, yalnızca tüm dijital cihazlardan uzak durmak anlamına gelmiyor. Belirli uygulamaların (örneğin Instagram, Tiktok, YouTube) veya iletişim yollarının (örneğin WhatsApp üzerinden sohbetin) kullanımına geçici olarak ara verilmesi de dijital detoks kapsamında değerlendiriliyor. Ancak bunların hepsinden bir süreliğine tamamen uzak kalmak da tercih edilebilir. ■

Kaynaklar

• Demir, F. B., Öteles, Ü. U., & Koçoglu, E., "An Investigation of the Relationship between Digital Obesity and Digital Literacy Levels of Individuals in the Context of Turkey.", *Educational Research and Reviews*, Cilt 18, Sayı 3, s. 35-40, 2023.
• Demir, F. B., Öteles, Ü. U., & Koçoglu, E. An Investigation of the Relationship between Digital Obesity and Digital Literacy Levels of Individuals in the Context of Turkey. *Educational Research and Reviews*, 18(3), 35-40, 2023.
• Marangoz, M., & Kale, G., "Digital diseases and digital detox.", *International Journal of Scholars in Education*, Cilt 7, Sayı 2, s. 197-205, 2024.
• Martin, T., "Fuzzy sets in the fight against digital obesity.", *Fuzzy Sets and Systems*, Cilt 156, Sayı 3, s. 411-417, 2005.
• http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/4079417.stm

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Fârâbî'nin Bilimsel Çalışmaları I

Fârâbî, çok yönlü bir bilim ve fikir insanıdır. Doğu ve Batı toplumlarına bilimin ve felsefenin evrensel değerini yeniden hatırlatmış ve bu yüzden düşünce tarihine Aristoteles'ten sonra Muallim-i Sânî yani İkinci Bilge olarak geçmeyi başarmıştır. Türk felsefesinin ve klasik dönem İslam felsefesinin kurucusu olan Fârabî, modern Batı felsefesinin ortaya çıkışında etkisi olan düşünürlerden biridir. Özellikle Antik Yunan felsefesinin İslam dünyasına aktarılmasında önemli bir rolü vardır. Ayrıca klasik mantık anlayışının İslam dünyasında sistematik bir disiplin hâline gelmesinde olağanüstü katkıları olmuştur. İlk ayrıntılı evren tasarımının geliştiricisi, bilgelik ve adalet düşüncesine dayalı siyaset felsefesinin de kurucusudur.

Tam künyesi Ebû Nasr Muhammed İbn Muhammed İbn Turhan İbn Uzluk el-Fârâbî el-Türkî olan Fârâbî,

wikipedia.org

Türkistan'ın Fârâb kentinde (bugün Kazakistan sınırları içinde yer alan tarihi Otrar şehrinin eski adı) 870 yılında doğdu. Batı'da ilk olarak Orta Çağ döneminde, adının Latince söylenişi olan Alfarabius olarak tanındı. Öğreniminin önemli bir kısmını doğduğu coğrafyada tamamladıktan sonra felsefe, mantık ve diğer bilim dallarındaki yetkinliğini daha ileri düzeye taşımak üzere yaşadığı dönemdeki bilgelik merkezlerine doğru yolculuğa çıktı. Buhara'dan başlayarak Semerkant, Merv ve Belh gibi Türk kültür dünyasının önemli bilim ve eğitim merkezlerini ziyaret ettikten sonra Bağdat'a ulaştı. Yolculuğu boyunca dönemin saygın bilim ve fikir insanlarının toplantılarına katılarak hem düşünce yapısını derinleştirdi hem de bilgi dağarcığını geliştirdi. Eserlerinin büyük kısmını Bağdat'ta kaldığı süre boyunca kaleme aldı. Daha sonra Halep ve Şam'a gitti. Kahire'de kısa bir süre kaldıktan sonra tekrar Şam'a döndü. Şam'da 950 yılında öldü ve devlet töreniyle toprağa verildi.

Bilimsel İlgi Alanları

Doğa bilimlerinin ve felsefenin farklı dallarında çok sayıda eser kaleme alan Fârâbî'nin kitaplarının büyük bir kısmı Batı dillerine ve Türkçeye çevrildi. Türkçeye çevrilen ve incelenen eserleri arasında felsefe ve mantık alanındakilerin öne çıktığı görülür. Bu alanlardaki çalışmaları daha sonraki yüzyıllarda Doğu ve Batı dünyasında büyük bir etki oluşturdu. Çoğunlukla filozof olarak tanınsa da Fârabî'nin farklı bilim dallarında da çok sayıda kitap yazdığı ve çeşitli bilimsel problemlere ilişkin çözümler geliştirdiği biliniyor. Öte yandan o dönemde farklı bilimsel disiplinlerin kapsamları bugünkü gibi kesin sınırlarla ayrılmadığından eserlerini doğa bilimleri ve felsefe konularında olanlar diye sınıflandırmak tam anlamıyla mümkün olmaz. Örneğin *Platon ve Aristoteles'in Görüşlerinin Uzlaştırılması* adlı eserinde, Platon ve Aristoteles'in çeşitli felsefe problemlerine ilişkin görüş farklılıklarını irdelerken optik konusundaki görüşlerini de ele almıştı. Bugüne ulaşan eserleri sınıflandırıldığında Fârâbî'nin doğa bilimleri çalışmalarının önemli bir kısmının

geometri, fizik ve gök bilimi konusunda olduğu söylenebilir. Fârâbî, *İlimlerin Sayımı* adlı eserinde her bir bilim dalının konusu, kapsamı, araştırma yöntemi, ürettiği bilginin mahiyeti gibi unsurları detaylı olarak açıklar. Böylece hem İslam hem de Batı dünyasında bilim anlayışının şekillenmesine ve bilimsel düşüncenin sistematikleşmesine öncülük etmiştir.

Geometri Çalışmaları

Farklı bilim dallarında eserler üretse de Fârâbî en sistemli ve derinlemesine çalışmalarını geometri alanında gerçekleştirmiştir. *İlimlerin Sayımı* kitabında geometrinin kuramsal ve uygulamalı olarak ikiye ayrıldığını, ayrıca bütün bilimlerin başvurduğu bir disiplin olduğunu belirtir. Fârâbî, Eukleides'in (Öklid) *Elementler* kitabının farklı bölümleri üzerine değerlendirmeler kaleme almıştır. *Elementler'in Birinci Kitabının Baş Tarafının Şerhi* başlıklı çalışmasının girişinde Eukleides'in anlatımına koşut olarak "Nokta, bölünemeyendir.", "Çizgi, eni olmayan uzunluktur.", "Yüzey, eni ve boyu olandır." şeklinde tanımlar yaptıktan sonra bu kavramların hepsinin nesnelere ait nitelikler olduğunu, nesnelerin duyularla algılandığını ve akılla kavrandıklarını belirtir. Buradan Fârabî'nin sadece geometriyi tanımlamakla kalmayıp geometri felsefesi yaptığı anlaşılır. Geometri söz konusu olduğunda "Bu unsurlardan her birini bağlı olduğu nesneden soyutlarız çünkü böyle yapıldığında ancak akıl onları soyut olarak kavrar." der. Bu ifadeden modern bilimdeki soyutlama ve idealleştirme yaklaşımını Fârabî'nin bilim dünyasının gündemine getirdiği anlaşılır. Geometricilerin düşünüş ve kavrayış biçimine değinir ve "Geometrici, önermenin nasıl ortaya çıktığı ile ilgilenmez ve onu duyusal deneyimden bağımsız, yalnızca akılla kavranan bir düşünce öğesi yani saf bir kavram olarak ele alır." der. Böylece "duyularla algılanan varlık" ve "akılla kavranan varlık" arasındaki ayrımı ortaya koyar. Fârâbî, nesne denildiğinde genellikle akla uzayda "yer kaplama"nın geldiğini ancak geometricilerin nesneyi "uzantı" olarak tanımladığını ve "uzantı"nın bir büyüklüğe yani niceliğe karşılık geldiğini belirtir.
Bu düşünce, modern dönemde

wikipedia.org

bilimsel anlayışa egemen olan, evrenin işleyişinin matematik yasalarıyla ifade edildiği yaklaşımını yansıtır.

Fârabî, nesne kavramının yayılım ve yer kaplama anlamlarını içerdiğini belirtir. Bunu şöyle açıklar: "Uzunluk, genişlik, derinlik veya yükseklik sözümüz, üç tarafa doğru olan yayılıma işaret eder. Bunları birleştiren kavramsal yapı matematiksel (geometrik) nesne olarak tanımlanır." Bu tanım, Descartes'ın (1596-1650) *Aklın Yönetilmesi İçin Kurallar* kitabında yer verdiği nesne tanımının aynısıdır: "Nesnelerin öze ilişkin niteliği yayılımdır. … Yayılım geometrik bir niteliktir. En, boy, derinlik anlamına gelir."

Bu ifadeler Fârâbî'nin düşüncelerinin özgünlüğünü ortaya koyduğu gibi modern dönemde geçerli olan, bilim ve bilim felsefesinin birbiriyle doğrudan bağlantılı olduğu yeni bir varlık anlayışının yani ontolojinin temellerinin çok daha önceden atıldığının göstergesidir: Doğa matematikle yazılmış bir kitaptır! Böylece fiziki nesnelerin soyut geometrik nesnelere dönüştürülebilmesinin önü açılmıştır.

Fârâbî, *Eukleides'in Beşinci Kitabının Baş Tarafının Şerhi* başlıklı değerlendirmesinde ise Eukleides'in oran konusundaki açıklamalarını şerh eder. *Geometrik Şekillerin İnceliklerindeki Tabii Sırlar ve Ruhanî Teknik Kitabı*'nı ise hem teoremlerin ispatının nasıl yapıldığını adım adım göstermek hem de geometrinin derinlemesine öğrenilmesini sağlamak amacıyla yazmıştır. On bölüm olarak hazırladığı kitabının her bir bölümünde Fârâbî dairenin merkezinin nasıl bulunacağı, açının üç eşit parçaya nasıl bölüneceği, nasıl beşgen çizilebileceği" gibi problemlere ilişkin açıklamalara yer vermiştir. Kitapta çukur bir aynanın geometriden yararlanılarak ışığı çok güçlü bir şekilde odaklayacak şekilde nasıl yapılacağını yani Fârabî'nin ifadesiyle çok şiddetli derecede yakıcı hâle getirileceğini anlatılır. Bu açıklama optik biliminin tarihsel gelişiminde özel bir öneme sahiptir.

Gelecek sayımızda Fârâbî'nin bilimsel çalışmalarını ele almayı sürdüreceğiz. ■

Kaynaklar

Fârâbî, "*Eukleides'in (Stoikeia'sının) Birinci Kitap'ının Baş Tarafının Şerhi*" ve "*Eukleides'in (Stoikeia'sının) Beşinci Kitap'ının Başı Hakkında Yine Ebû Nasr el-Fârâbî'nin Yapmış Olduğu Şerh*", Çeviren: Mubahat Türker-Küyel, *Fârâbî'nin Geometri Felsefesine İlişkin Metinler*, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi, 1992.

Fârâbî, *Teknik Geometri*, Çeviren: Mehmet Bayrakdar, Ankara: Kültür Bakanlığı, 1989.

Farabi, *İlimlerin Sayımı*, Çeviren: Ahmet Arslan, İstanbul: Türkiye İş Bankası, 2019.

Topdemir, H. G., *Fârâbî*, (3. Baskı), İstanbul: Say Yayınları, 2017.

Doğa
Jeoloji

Dünyanın En Büyük Kristalleri

Prof. Dr. Raif Kandemir

Karadeniz Teknik Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

bgfoto / iStock

Meksika'nın Chihuahua eyaletinde bulunan Naica maden sahasındaki Dev Kristal Mağarası, yeryüzünden yaklaşık 300 metre derinlikte bulunur. Kireç taşları içerisinde oluşmuş "U" şeklindeki bir odacıktır. Nisan 2000'de madenciler tarafından keşfedilen bu mağara, selenit olarak da isimlendirilen jips minerallerinden meydana gelen devasa kristalleriyle ünlüdür. Bu kristaller bilinen en büyük doğal kristallerdir. Kristallerin en büyüğü 11,40 metre uzunluğunda olup çapı 1 metreye yakındır, kütlesi ise 12 ton civarındadır. Mağara suyla dolu olmadığında iç sıcaklığı 58°C'ye kadar yükselir ve içerisindeki nem oranı %90-99 seviyesinde ulaşır. Yani uygun koruyucu ekipmanlar kullanılmazsa insanların yaklaşık on dakika kalabileceği bir ortamdır.

Bir grup bilim insanı Naica Projesi kapsamında bu mağaraları ve içindeki devasa kristalleri inceledi. Mağara, bir fay hattı boyunca yükselen bir magma odasının üzerinde yer alır. Magma, sülfür iyonları ile doymuş yeraltı suyunu ısıtır. Soğuk ve oksijen bakımından zengin yüzey suları, minerallerle doymuş bu sıcak su ile karşılaştığında yoğunluk farkından dolayı bu iki su kütlesi birbirine karışmaz. Oksijen yavaş yavaş sıcak suyun içine yayılır ve sülfür iyonlarını sülfat iyonlarına oksitleyerek anhidrit yani su içermeyen kalsiyum sülfat minerali

AdventurePicture / istock

şeklinde çökelmelerini sağlar. Mağaranın genel sıcaklığı 56°C'nin altına düştüğünde anhidrit kristalleri çözünür ve jips yani kristal formda su içeren kalsiyum sülfat mineralleri oluşur. Beyaz tonlarında olan bu jips mineralleri, yıllar boyunca çok yavaş bir hızda kristalleşerek mağaradaki devasa kristal blokların oluşmasını sağlar.

Mağaranın zemini, mükemmel yüzeyli devasa kristal bloklarla kaplıdır. Hem bloklardan hem de zemin yüzeyinden kristal kirişler yükselir. Kristaller havayla temas ettikçe fiziksel ve kimyasal yapısı bozulduğu için Naica Projesi kapsamında kristallerin görsel kayıtları alındı ve Ekim 2015'ten sonra kristallerin büyümesi için gerekli minerallerle zenginleştirilmiş su, mağarayı yeniden doldurdu. Mineraloji ve kristalografi çalışmalarının yanı sıra dev jips kristallerinin biyocoğrafik ve mikrobiyal özellikleri de incelendi. Kristallerin yaklaşık 500.000 yaşında olduğu belirlendi. Ayrıca kristallerin içindeki boşluklarda hapsolmuş yeni bakteri türleri de keşfedildi. ■

Kaynaklar

https://www.bbc.com/news/science-environment-39013829
https://www.researchgate.net/publication/309412211_The_Naica_caves_survey

Javier Trueba / MSF / SPL

Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül
[*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Alacakaranlıkta Başlayan Ay Tutulması

Eylül ayının en önemli gök olaylarından biri, tam Ay tutulması. 7 Eylül'de gerçekleşen tutulma ülkemizden de izlenebiliyor. Eylül ayı Satürn gözlemi için eşsiz fırsatlar sunuyor. Venüs ise Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus ile çok yakın görülebiliyor.

Mars

Mars, eylül ayında Güneş'in batışından sonra ufkun hemen üzerinde görülebiliyor. Ayın başında gün batımında ufkun yaklaşık 10 derece üzerinde olan Mars, ilerleyen günlerde alçalmaya devam ediyor ve görülebileceği süre kısalıyor. 12 Eylül akşamı Mars'ı ve Başak Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Spika'yı batı yönünde ufkun üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz. Mars, 24 Eylül akşamı hilal şeklindeki Ay ile yakın görünümde. Ancak Ay, gün batımından kısa süre sonra ufuktan battığından ikiliyi gökyüzünde bir arada görmek çok zor.

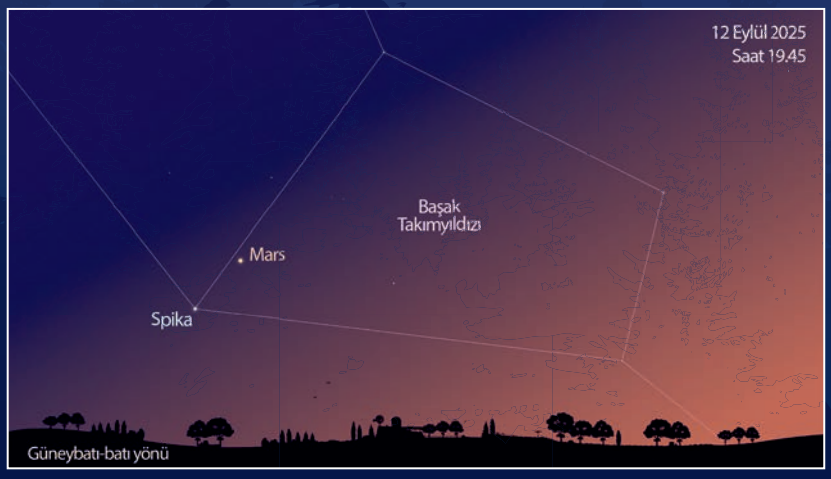
Mars, 2026 yılının başında kavuşum konumundan geçecek. Yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçeceği bu konuma yaklaştığı süreçte Mars'ın gözlenebileceği süre giderek kısalıyor.

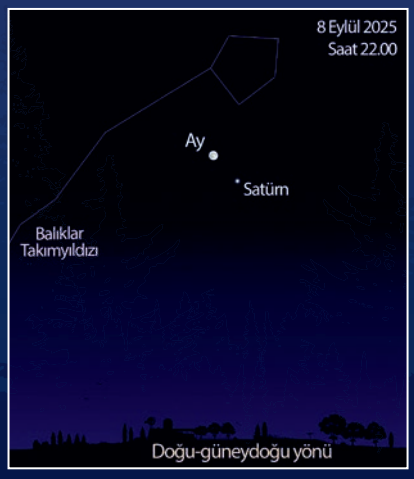
Satürn

Satürn, eylül ayının ilk günlerinde Güneş'in batışından yaklaşık bir saat sonra doğu yönünde ufuktan doğuyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde doğmaya başlayan Satürn, şafak vakti Güneş'in aydınlığında kaybolunca kadar gökyüzünde görülebiliyor. Ayın başında Balıklar Takımyıldızı'nda bulunan Satürn, batıya doğru hareket ederek ayın son gününde Kova Takımyıldızı'na geçiyor.

8 Eylül'de Satürn ve dolunay evresinden bir gün önce ayrılmış olan Ay birbirine yakın görülebiliyor.

21 Eylül'de karşı konuma gelen Satürn, bu konumdayken yörünge hareketi sırasında Güneş'e göre Dünya'nın arkasından geçiyor. Satürn, bu tarihte aynı zamanda Dünya'ya en yakın konuma geliyor. Bu nedenle eylül ayında Satürn'ü yılın diğer zamanlarına göre gökyüzünde daha parlak ve büyük görebilirsiniz.





Jüpiter

Jüpiter, eylül ayının başında gece yarısından yaklaşık iki saat sonra kuzeydoğu-doğu yönünde ufkun üzerinden doğuyor ve ilerleyen günlerde daha erken doğmaya başlıyor. Jüpiter, 16 Eylül'de hilal şeklideki Ay ile birlikte İkizler Takımyıldızı'nda görülebiliyor.

Bir dürbün ya da küçük bir teleskobunuz varsa 29 Eylül'de Jüpiter'in dört büyük uydusundan Io ve Ganymede'i gezegen yuvarlağının önünden geçerken görebilirsiniz. Bu tarihte saat 02.30 civarında ilk olarak Ganymede'in geçişi başlıyor. Yaklaşık olarak aynı dakikalarda Io'nun gölgesi Jüpiter'in üzerine düşüyor. Yaklaşık bir saat sonra ise Io, gezegenin önünden geçmeye başlıyor. Ganymede ve Io saat 06.00 civarı geçişlerini tamamlıyor.

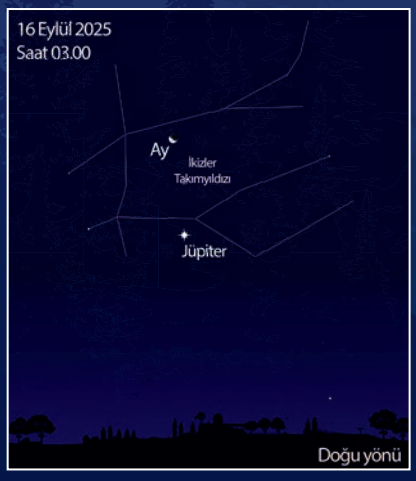
Venüs

Eylül ayının başında Güneş'ten yaklaşık iki buçuk saat önce doğan Venüs, gün doğumundan önce gökyüzünde görülebiliyor. Ayın ilerleyen günlerinde Venüs'ün parlak görünen kısmının oranı artarken gezegen yuvarlağının büyüklüğü azalıyor.

Ayın başında Yengeç Takımyıldızı'nda olan Venüs, 10 Eylül'den sonra Aslan Takımyıldızı'na geçiyor. İlerleyen günlerde gökyüzünde doğuya doğru hareket etmeye devam eden Venüs, 19 Eylül'de Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus ve hilal şeklindeki Ay ile birbirine yakın görülebiliyor.

Merkür

Merkür, eylül ayının ilk günlerinde Güneş'in doğuşundan önce çok kısa süreler görülebiliyor. 13 Eylül'de üst kavuşum noktasından geçmeye hazırlanan Merkür, bu süreçte Güneş'le aralarındaki açısal mesafe çok küçük olduğundan birkaç hafta boyunca görülemiyor.



Tam Ay Tutulması

7 Eylül'de tam Ay tutulması gerçekleşiyor. Asya kıtasının tamamı, Afrika ve Avrupa kıtaların bir kısmından görülebilen tutulma ülkemizden de izlenebiliyor.

Tutulma, Ay'ın Türkiye saati ile 18.28'de Dünya'nın yarı gölgesine girmesi ile başlıyor. Tam tutulma ise 20.30 ile 21.52 saatleri arasında gerçekleşiyor. Ay'ın saat 23.55'te yarı gölgeden çıkmasıyla tutulma sonlanıyor.

Parçalı Güneş Tutulması

21 Eylül'de parçalı Güneş tutulması gerçekleşiyor. Pasifik Okyanusu'nun güneyi ve Antarktika'dan görülebilen tutulma Türkiye'den izlenemiyor.

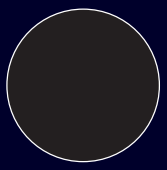
Sonbahar Ekinoksu

Sonbahar ekinoksu 22 Eylül'de gerçekleşiyor. Kuzey yarım küre için sonbahar mevsiminin başlangıcı olarak kabul edilen bu tarihte Güneş ışınları Ekvator'a dik açıyla gelir. Güneş bu anda kuzey yarım küreyi ve güney yarım küreyi eşit miktarda aydınlatır.

Dolunay
7 Eylül
Saat: 21.09

Son dördün
14 Eylül
Saat: 13.33

Yeni ay
21 Eylül
Saat: 22.54



İlk dördün
30 Eylül
Saat: 02.54

Yerberi
10 Eylül Saat: 15.10
364.777 km

Yeröte
26 Eylül Saat: 12:46
405.548 km

Kuğu'nun Öne Çıkanları

Kuğu Takımyıldızı, yaz ve sonbahar gecelerinde gökyüzündeki en kolay fark edilebilen takımyıldızlardandır. Kuğu'nun en parlak yıldızı olan Deneb, yaz mevsiminin gökyüzündeki işaretlerinden biri kabul edilen Yaz Üçgeni'nin üyelerinden biridir. Mutlak parlaklık açısından gökyüzündeki en parlak yıldız olan Deneb, en uzağımızdaki yıldızlardan biri olmasına rağmen çıplak gözle görülebilir.

Takımyıldızın ikinci en parlak yıldızı olan Albireo, ikili bir yıldız sistemidir. Albireo sistemini oluşturan iki yıldızın renkleri arasındaki kontrast çok belirgin olduğundan küçük bir teleskop ile gözlemlenerek ayırt edilebilirler.

Kuğu Takımyıldızı'nın en dikkat çekici ögelerinden biri de Peçe Bulutsusu olarak da bilinen NGC 6960'dır. Yaklaşık 8.000 yıl önce süpernova şeklinde patladığı tahmin edilen bir yıldızın kalıntıları olan bulutsu, yaklaşık 2.100 ışık yılı uzağımızda bulunur.

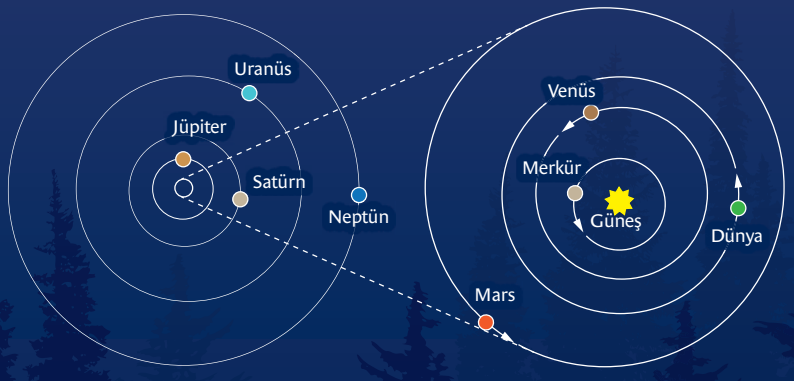
John Chumack / SPL

Albireo ikili yıldız sistemi

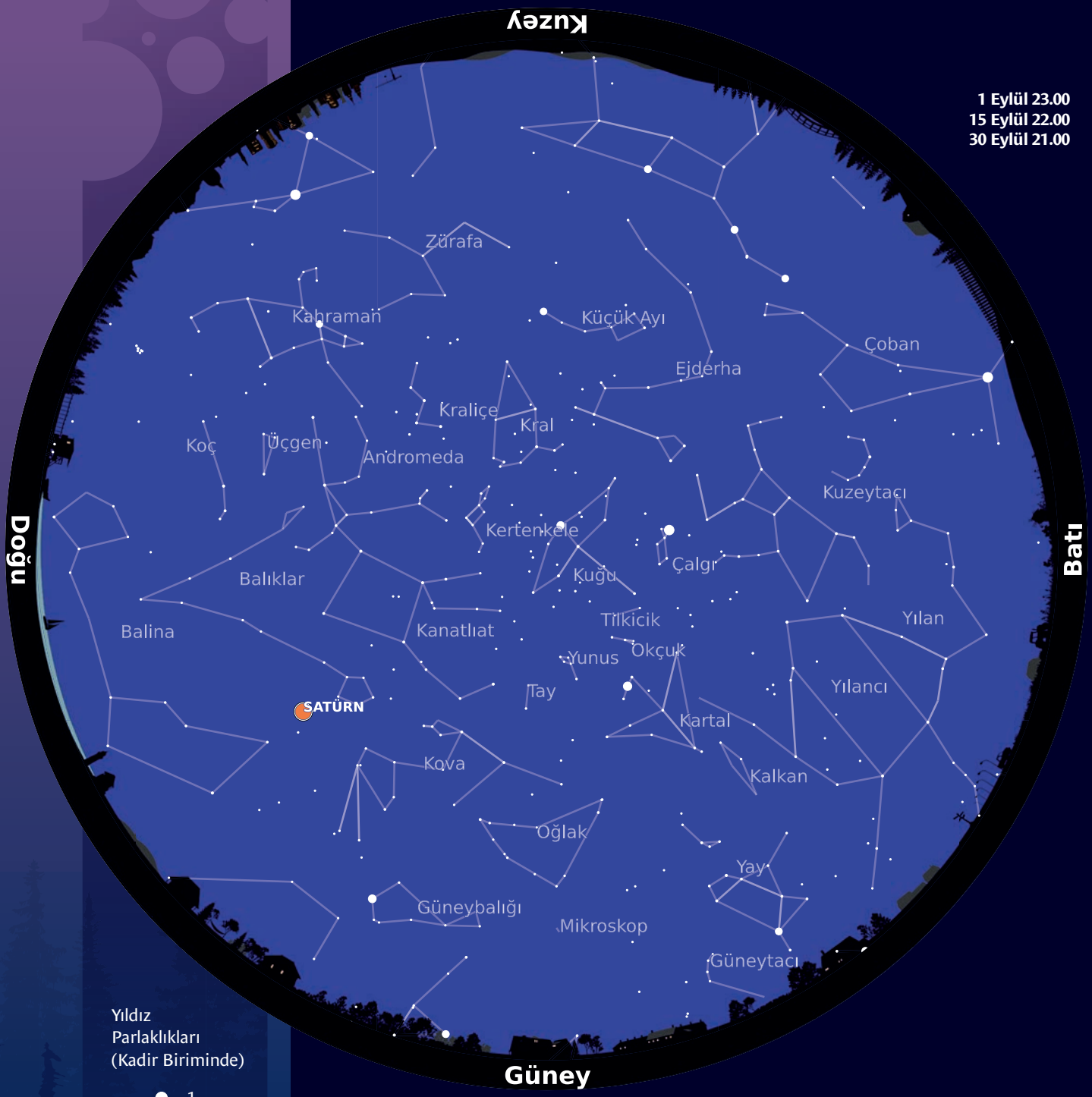
Ayın Önemli Gök Olayları

7 Eylül	Ay, dolunay evresinde Tam Ay tutulması
8 Eylül	Ay ve Satürn yakın görünümde
10 Eylül	Ay, Dünya'ya en yakın konumda
13 Eylül	Mars ve Spika yakın görünümde Merkür, üst kavuşum konumunda
14 Eylül	Ay, son dördün evresinde
16 Eylül	Ay ve Jüpiter yakın görünümde Ay ve Polluks yakın görünümde
19 Eylül	Ay, Venüs ve Regulus yakın görünümde
21 Eylül	Ay, yeni ay evresinde Satürn karşı konumda Parçalı Güneş tutulması
22 Eylül	Sonbahar ekinoksu
23 Eylül	Neptün karşı konumda
24 Eylül	Ay ve Mars yakın görünümde Ay ve Spika yakın görünümde
26 Eylül	Ay, Dünya'ya en uzak konumda
27 Eylül	Ay ve Antares yakın görünümde
30 Eylül	Ay, ilk dördün evresinde

Eylül Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



Çizimdeki oklar, Güneş sisteminde yer alan iç gezegenlerin eylül ayında yörüngelerindeki hareketlerini gösteriyor. Dış gezegenlerin yörüngelerindeki konumları, ay içinde birbirine göre çok değişmediği için eylül ayının ortasındaki konumları, çizimde nokta şeklinde belirtilmiştir.



Yıldız Parlaklıkları (Kadir Biriminde)

- - 1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Kaynaklar

- Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2025 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Sayı 686, 2025.
- "Observing October 2024", *Sky and Telescope*, Cilt 150, Sayı 3, 2025.
- Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky This Month", ***Astronomy***, Cilt 53, Sayı 9, s. 28-35, 2025.
- https://www.rmg.co.uk/stories/space-astronomy/what-planet-opposition
- https://www.zinio.com/tr/article/astronomy/september-2025-i667471/sky-this-month-a16
- https://skyandtelescope.org/astronomy-news/meet-deneb-the-bright-but-distant-star/

Düşünme Kulesi

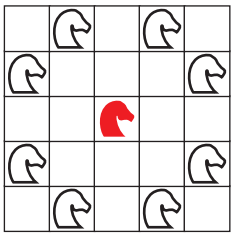
Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

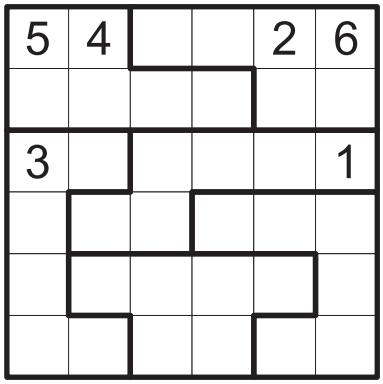
Ayın Oyunu
Bölgesel At Hamlesiz Sudoku

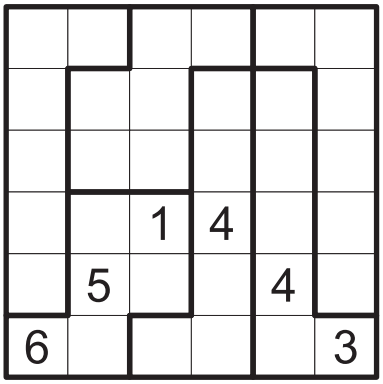
Bölgesel At Hamlesiz Sudoku Oyununun Kuralları

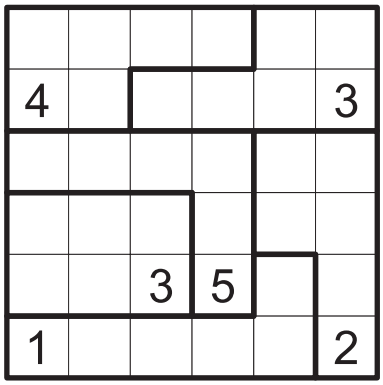
Her satırda, sütunda ve kalın çizgilerle belirlenmiş bölgelerde 1'den 6'ya tüm rakamlar tam olarak bir kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

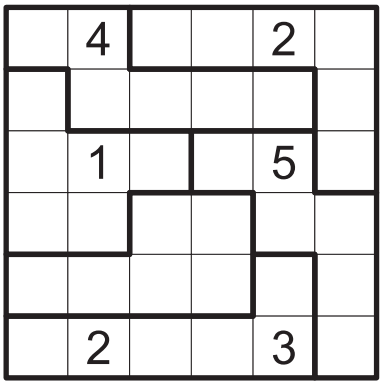
Aynı rakamlar birbirlerini at hamlesi ile tehdit edemez.











Bölgesel At Hamlesiz Sudoku

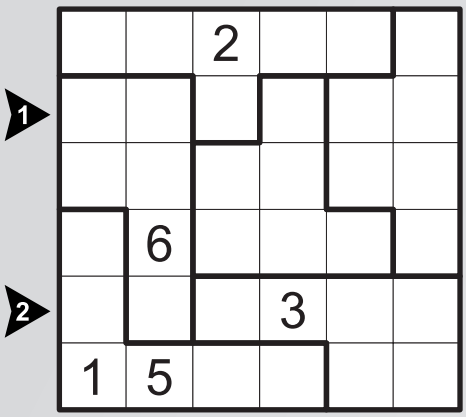
Örnek Çözüm

4	1	3	6	5	2
2	5	6	3	1	4
5	6	4	2	3	1
1	3	2	4	6	5
3	2	5	1	4	6
6	4	1	5	2	3

Ödüllü Soru

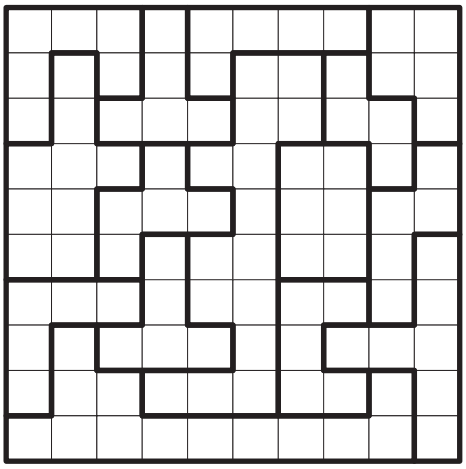
*Bölgesel At Hamlesiz Sudoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Çizgi Bilim: Marie Curie* başlıklı kitap hediye edilecektir. Çekiliş sonuçları, dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır. Geçen ayın ödüllü Köşegenli Apartmanlar sorusunu doğru yanıtlayanlar arasından çekilişle belirlenerek kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi, internet sitemiz üzerinden duyuruldu.

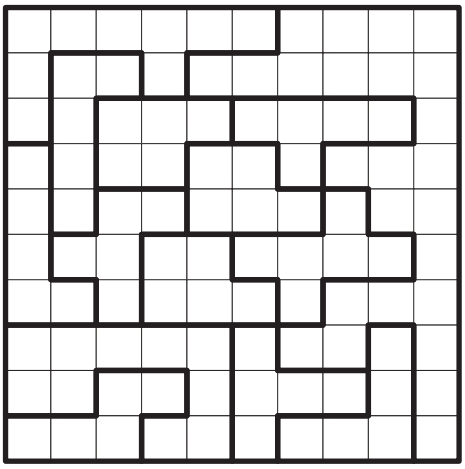
bilimteknik.tubitak.gov.tr



1 ve 2 numaralı okun doğrultusundaki içeriği yazın. Mesela soldaki örnek çözümün ilk satırı 413652 şeklinde yazılmalıdır.

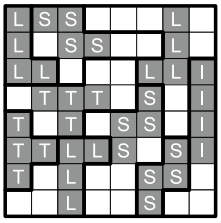
LITS: Her bölgede bir tetromino şekli olacak şekilde dört hücreyi karalayın. Tetrominolar döndürülebilir ve/veya ters çevrilebilir. Karalanmış tüm hücreler birbiriyle kenardan komşu olmalı ve diyagramın hiçbir yerinde 2x2 karalanmış hücre bulunmamalıdır. Aynı tetrominolar birbirine kenardan komşu olamaz, ancak çaprazdan temas edebilir.

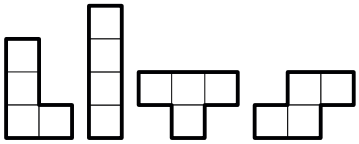




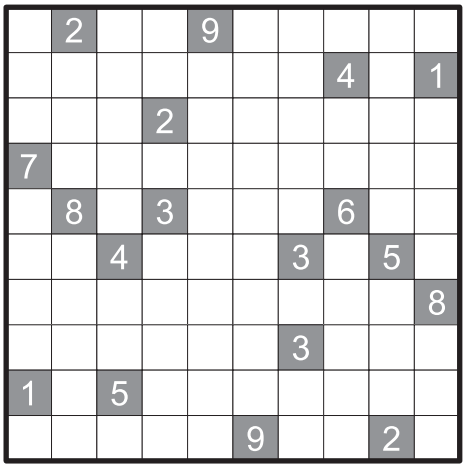
LITS

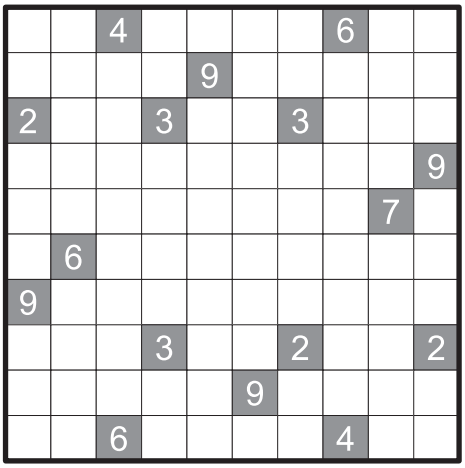
Örnek Çözüm





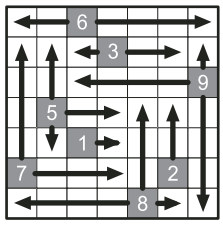
Işın Ağı: Sayılardan yatay ya da dikey çizgiler çizerek bütün hücreleri doldurun. Çizgiler diğer sayıları kesemez, üst üste binemez ya da kesişemez. Her sayı, kendisine çizgilerle bağlanmış hücrelerin sayısını verir.



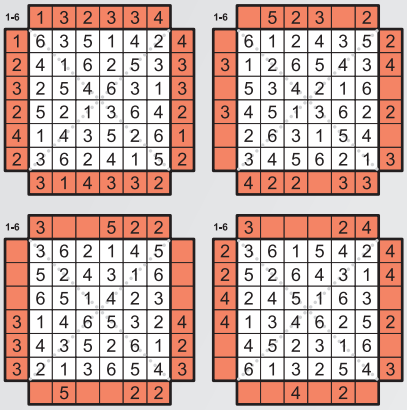


Işın Ağı

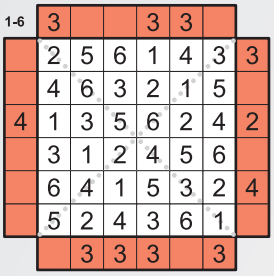
Örnek Çözüm



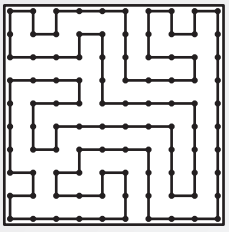
Geçen Sayının Çözümleri



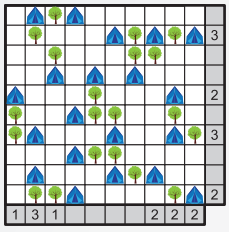
Köşegenli Apartmanlar



Ödüllü Soru:
Köşegenli Apartmanlar



Patika Oluşturma



Çadır

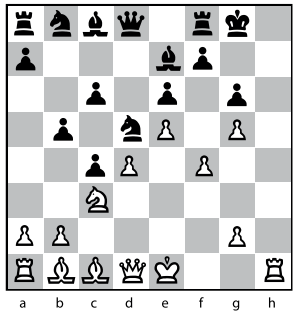
Satranç

Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

Oyunlarda ve Etütlerde Uzak Görüş Etkisi - I

Satranç oyununda elbette "uzağı görmek" önemlidir. Özellikle bir kombinezon ya da taktik bir manevra planladığınızda olabildiğince çok hamle ötesini görmek istersiniz. Ancak hamleler sonra kendini gösteren bir "pürüz" bütün planınızı bozabilir. Bu "pürüz" rakibinizin bir taşı, karşı manevrası hatta kendi taşınız da olabilir. İşte hamleler önce bunu öngörüp önlem almak kurgu terminolojisine "uzak görüş etkisi" (foresight effect) olarak yerleşmiştir. Uzak görüş etkisi gerçek oyunlar için de söz konusudur. Aşağıdaki pozisyon gerçek hayattan bir örnektir (Diyagram 1).

Diyagram 1
Julius Breyer - Johannes Essen
Budapeşte, 1917



Hamle beyazda, nasıl oynamalı?

Açılış teorisinde Hipermodern Okulun kurucularından kabul edilen Macar Gyula Breyer (1893-1921) h sütununu açma uğruna daha önce bir at feda etmişti. Bu noktada son derece sakin bir hamleyle devam etti:

13. Şf1!!

Bu garip hamlenin önemi dokuz hamle sonra ortaya çıkacak.

14...Axc3 15. bxc3 Fb7 16. Vg4 Şg7 17. Kh7+ Şxh7 18. Vh5+ Şg8 19. Fxg6 fxg6 20. Vxg6 Şh8 21. Vh6+ Şg8 22. g6

Eğer beyaz şah e1'de olsa idi siyah 23.Fh4+ ile oyunda dengeyi koruyabilirdi. Breyer bunun için dokuz hamle önce 13. Şf1!! oynamıştı.

22...Kf7 23. gxf7+ Şxf7 24. Vh5+ Şg7

Essen burada 24... Şg8 ile beraberliği sağlayabilirdi. Çünkü 25. f5'e 25...Vf8'den sonra beyaz sürekli şah ile beraberlikten fazlasını elde edemezdi.

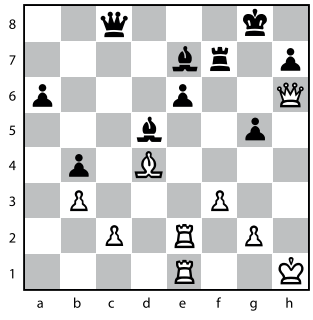
25. f5 exf5 26.

Fh6+ ve iki tarafın da karşılıklı hatalar yaptığı bir oyundan sonra galip çıkan Breyer oldu. Ardından gelen

hamleler mükemmel doğruluktan yoksun olsa da 13. Şf1!! "en uzak görüşlü" hamlelerden biri olarak satranç tarihinde yerini aldı.

Daha modern bir örnekle devam ediyoruz (Diyagram 2).

Diyagram 2
Gyula Sax- Charles Partos
Bölgelerarası Turnuva
Biel, 1985



Sıra beyazda, nasıl oynamalı?

Beyaz burada "şık" bir şekilde kazanmayı isteyebilir: 49. Kxe6 Fxe6 50. Kxe6 ve arkasından 51. Kg6+ siyahın işini bitirirdi. Ancak 50…Vxc2! ile siyah eşitliği sağlardı. O hâlde önce küçük bir dokunuş gerekiyor:

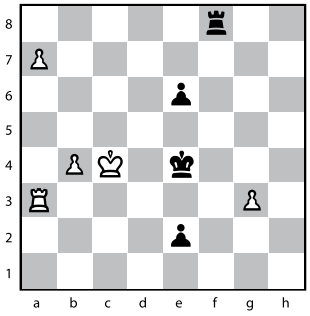
49. c4!! bxc3 50. Kxe6 Fxe6 51. Kxe6

Şimdi 51…Vc2 mümkün değil…

51…Ff6 52. Kxf6 ve siyah terk etti.

Sonraki örneğimiz, Hans Bohm ile dünya şampiyonluğu adaylığına kadar yükselmiş Hollandalı Jan Timman arasında oynanmış bir oyundan (Diyagram 3).

Diyagram 3
Bohm-Timman
Amsterdam, 1977



Sıra beyazda, nasıl oynamalı?

İki tarafın da piyonlarının vezir çıkmak üzere olduğu son derece gergin bir pozisyon. Siyah kalenin, beyazın a7 piyonunun terfi karesini (a8) kontrol ediyor olmasına karşılık siyah piyonun terfi karesi (e1) korumasız. O hâlde beyazın acilen kalesini a1'e getirmesi gerektiğini düşünebiliriz. Ama bu oyunu kaybettirir: 53. Ka1 Ka8 54. Ke1 Şf3 55. Şd3 Kxa7 56. Şd4 (56. Kxe2 Kd7+) Şf2 ve siyah kazanır.

Kurtuluş bir ara hamlede (zwischenzug):

53. Ka6!! e5 54. Ka1 Ka8 55. Ke1 Şf3 56. Şd5!

Beyazın ilk hamlesi e6'daki piyonu e5'e gelmeye zorladığı için bu hamle mümkün olabildi. Bu sayede beyaz, bu kritik piyona saldırma imkânı yakalıyor. Oyun şöyle devam etti:

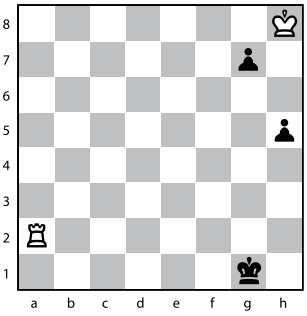
56…Kxa7 57. Şxe5 Kb7 58. g4 Şxg4 59. Şe4 Ke7+ 60. Şd5

Taraflar burada beraberlikte anlaştı. Oyun şöyle devam edebilirdi: 60…Şf3 61. b5 Şf2 62. Kb1 e1=V 63. Kxe1 Şxe1 12. b6 ve beraberlik. Uzak görüş etkisini bir sonraki yazımızda etütlerle birlikte inceleyeceğiz.

Ayın Soruları

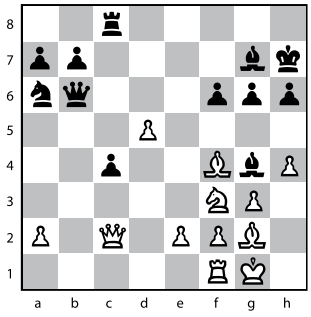
Aşağıdaki etüt uzak görüş etkisinin kurgu alanındaki klasik örneklerinden.

Diyagram 4
Josef Moravec
La Stratégie, 1912



Beyaz oynar ve kazanır.

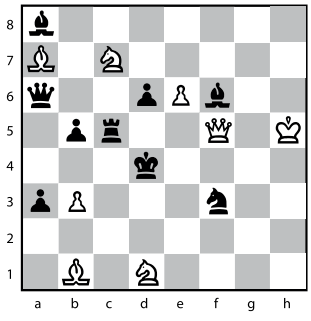
Diyagram 5
Yuriy Kuzubov -
Ivan Popov
Lake Sevan, 2013



Sıra beyazda, nasıl oynamalı?

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Diyagram 6
Arnoldo Ellerman
Good Companion, 1916
Birincilik Ödülü



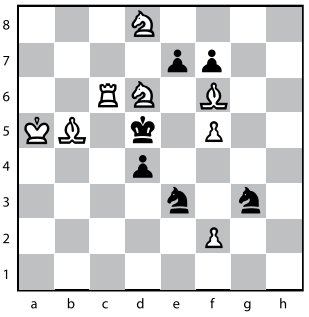
Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

1. e7 (tehdit 2. Ae6#)
a) 1…Ag5 2. Vxf6#;
b) 1…Ae5 2. Vf2#;
c) 1…d5 2. Vf4#;
d) 1…Fe5 2. Vd3#;
e) 1…Fd5 2. Vxd5#;
f) 1…Vc8 2.Axb5#

Bir görev (task) problem. Dört farklı varyantta (a-d) beyaz vezir açmazdan kurtularak mat ediyor. Bir beşinci varyantta ise (e) hâlâ açmazda olmasına rağmen yine de mat ediyor!

Diyagram 7
Gerardus Drese
Hollanda Krallık Satranç Federasyonu Dergisi, 1935
İkincilik Ödülü



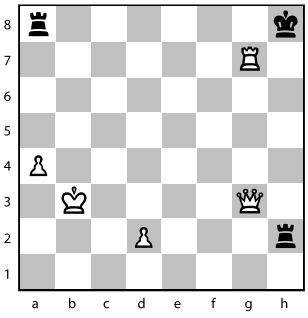
Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Fd3 (zugzwang)
a) 1…e5 2. fxg3 A~ 3. Fe4/Fxc4#;
b) 1…e6 2. fxe3 ~ 3. Fc4#;
c) 1…exd6 2. f3 Ac4+ 3. Fxc4#;
d) 1…exf6 2. f4 Ac4+ 3. Fxc4#; 2…Ae4 3. Fxe4#

Siyahın e7 piyonunun yaptığı dört farklı savunma hamlesine (Pickaninny) beyazın da f2 piyonunun dört farklı hamlesiyle (Albino) cevap verdiği usta işi bir problem!

Diyagram 8
Wolfgang Pauly
Münster Neueste Nachrichten, 1909



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Vc3 (zugzwang)
a)1…Kxd2 2. Kg4+ Kd4 3. Vh3#;
b) 1…Ke2 2. Kg5+ Ke5 3. Vh3#;
c) 1…Kf2 2. Kg6+ Kf6 3. Vh3#;
d) 1…Kh3 2. Kg3+ Şh7 3. Vg7#;
e) 1…Kxa4 2. Kd7+ Kd4 3. Vc8#;
f) 1…Ka5 2. Ke7+ Ke5 3. Vc8#;
g) 1…Ka6 2. Kf7+ 3. Kf6 3. Vc8#;
h) 1…Kb8+ 2. Kb7+ Şg8 3. Vg7#

Beyaz kalenin, siyahın potansiyel savunma hamlesinin yolunu kesip (interference ya da girişim) her seferinde farklı bir noktadan açarak şah çektiği güzel bir problem. Örneğin a varyantına bakalım: 1. Vc3 Kxd2 2. Kg5+? Kd4 3. Vh3+ Kh4! Ve siyah mattan kurtulurdu.

Not: Bu yazıda "*Studies for Practical Players: Book 2: Improving Important Endgame Concepts*" (Pervakov, Dvoretsky) isimli kitaptan yararlanılmıştır. ■

CSA-Printstock / iStock

Ali Baba'nın Altın ve Gümüş Sikkeleri Kullanarak Kilidi Açması

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*
Bilkent Üniversitesi, Matematik Bölümü

Ali Baba uzun süredir kaldığı mağaradan çıkmayı planlar. Mağaranın tek kapısının gizemli bir kilidi vardır. Kilit 8×8 boyutlarında 64 birim kareden oluşan bir satranç tahtası şeklindedir. Ali Baba uzun çabalar sonucunda kilidin açılma kurallarını öğrenir. Kilidin açılması için bu satranç tahtasının 64 adet birim karesinin her birinin merkezine ya bir altın ya da bir gümüş sikkenin yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu yerleştirme 64 farklı işlem dizisi şeklinde yapılmaktadır.

Satranç tahtasının en alttaki satırıyla en soldaki sütununun kesişiminde bulunan birim karesini A, en alttaki satırıyla en sağdaki sütununun kesişiminde bulunan birim karesini B, en üstteki satırıyla en sağdaki sütununun kesişiminde bulunan birim karesini C ve son olarak en üstteki satırıyla en soldaki sütununun kesişiminde bulunan birim karesini D olarak işaretleyelim. A ve C birim karelerinin merkez noktalarını birleştiren doğru I_1, B ve D birim karelerinin merkez noktalarını birleştiren doğru ise I_2 olsun. Her adımda üzerinde herhangi bir sikke bulunmayan bir birim kare seçiliyor. Bundan sonra seçilmiş birim karenin katsayısı hesaplanıyor. Seçilmiş birim karenin merkez noktası O olmak üzere, O noktasında başlayan dört ışın çiziliyor. Bu ışınların birincisi, O noktasından başlayıp üst sağ yöne doğru çiziliyor ve dolayısıyla I_1 doğrusuna paraleldir. Bu ışınların ikincisi, O noktasından başlayıp üst sol yönüne doğru çiziliyor ve dolayısıyla I_2 doğrusuna paraleldir. Bu ışınların üçüncüsü, O noktasından başlayıp alt sol yönüne doğru çiziliyor ve dolayısıyla I_1 doğrusuna paraleldir. Son olarak bu ışınların dördüncüsü, O noktasından başlayıp alt sağ yönüne doğru çiziliyor ve dolayısıyla I_2 doğrusuna paraleldir.

Seçilmiş birim karenin katsayısı, bu birim karede başlayan dört ışın arasında üzerinde en az bir sikke bulunan ışınların sayısıdır. Buna göre seçilmiş her birim karenin katsayısı 0, 1, 2, 3 ve 4 sayılarından birine eşit olacaktır. Örnek olarak A birim karesi seçildiğinde onun katsayısı ya 0 ya da 1 olabiliyor. En sol sütün üzerinde bulunup A ve D birim karelerinin her ikisinden farklı olan herhangi bir birim kare seçildiğinde onun katsayısı ya 0, ya 1 ya da 2 olabiliyor. En sol ve en sağ sütunda ve en alt ve en üst satırda bulunmayan herhangi bir birim kare seçildiğinde onun katsayısı 0, 1, 2, 3 ve 4 olabiliyor.

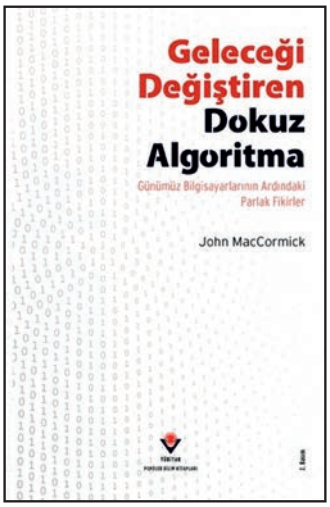
Kilidin açılması için her işlemde, üzerinde herhangi bir sikke bulunmayan bir birim kare seçiliyor ve seçilmiş bu birim karenin katsayısı hesaplanıyor. Bu katsayı çift sayı ise seçilmiş birim kareye altın sikke ve bu katsayı tek sayı ise seçilmiş birim kareye gümüş sikke yerleştiriliyor. Kilidin açılması için herhangi bir birim kareye yerleştirilmiş bir sikke, sonraki herhangi bir işlemde başka bir birim kareye kaydırılamıyor.

Ali Baba N tane altın sikke ve 64-N tane gümüş sikke kullanarak gizemli kilidi açıp mağaradan çıktıysa bu N sayısının alabileceği en küçük değer kaçtır?

Ali Baba'nın bulduğunuz N sayısı kadar altın sikke ve 64-N sayısı kadar gümüş sikke kullanarak yaptığı işlem dizisi için bir örnek verin ve N sayısının neden daha küçük bir sayı olamayacağını kanıtlayın.

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
Geleceği Değiştiren Dokuz Algoritma



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır.

bilimteknik.tubitak.gov.tr

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

PİYON YERLEŞTİR

8x8'lik bir satranç tahtasına aşağıdaki kurallara göre piyonlar yerleştireceksiniz.

► Herhangi iki piyon yatay veya dikeyde ya birbirlerine komşudur ya da aralarında en az iki kare boşluk vardır.
► Herhangi iki piyon birbirlerine çaprazdan komşu değildir.

Bu koşullara göre tahtaya en fazla kaç piyon yerleştirebilirsiniz?

Soru 4x4'lük bir tahta için sorulsaydı cevap 6 olacaktı.

YAZI TURA

En az üç "yazı" gelme olasılığının %50 veya daha fazla olması için en az kaç para atmak gerekir?

BALIKÇILAR

Bir grup balıkçı yakaladıkları balıkları aşağıdaki biçimde paylaşacaktır:

► Birinci balıkçı bir balık ve geriye kalan balıkların %4'ünü alır,
► İkinci balıkçı iki balık ve geriye kalan balıkların %4'ünü alır,
► Üçüncü balıkçı üç balık ve geriye kalan balıkların %4'ünü alır,
…

Birinci balıkçıdan sonuncuya kadar aynı işlem devam eder. İşlemin sonunda tüm balıkçılar eşit sayıda balık almış ve geriye hiç balık kalmamıştır.

Buna göre başlangıçta kaç balık vardı?

ÜÇ ARKADAŞ

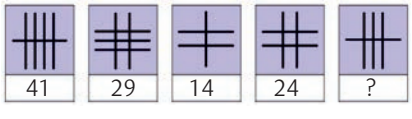
Barlas, Ceren ve Elif'in yaşları ve hangi şehirde doğdukları (Ankara, İstanbul, İzmir) bilinmemektedir. Aşağıdaki bilgiler verilmiştir:

-Yaşlar birbirinden farklı tam sayılardır.
-Elif'in yaşı, Ankara'da doğanın yaşından 2 fazladır.
-Ceren'in yaşı tek sayıdır ve 3'e tam bölünmektedir.
-İstanbul'da doğan 25 yaşındadır.
-Barlas, İstanbul'da doğmamıştır.
-Elif, İzmir'de doğmamıştır.
-Ceren, Barlas'tan 4 yaş büyüktür.

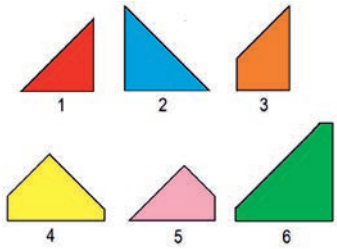
Buna göre kişilerin yaşlarını ve doğdukları şehirleri belirleyiniz.

SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine hangi sayı gelmelidir?



PARÇALAR

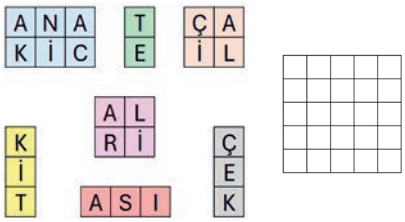


Altı parçadan beşi tam olarak birer kez kullanılarak eşit büyüklükte iki kare elde edilebilir. Kullanılmayan parça hangisidir?

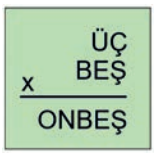
Not: Parçalar döndürülebilir ama ters çevrilemez.

SÖZCÜKLER

Yedi parçayı sağdaki tabloya öyle yerleştiriniz ki soldan sağa doğru beş ve yukarıdan aşağıya doğru beş olmak üzere beşer harfli on sözcük elde ediniz.



ALFAMETİK



Her harf farklı bir rakama karşılık gelmektedir. Harflerin değerlerini bularak bu çarpma işlemini sağlayınız.

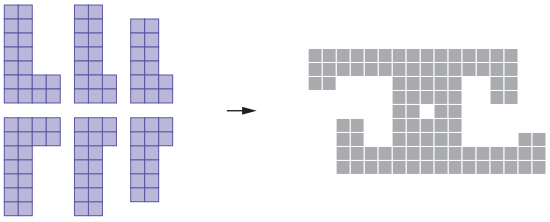
Not: Ç harfinin değeri B harfinin değerinden 2 fazladır.

EN UZUN DİZİ

Ardışık pozitif tam sayılardan oluşan bir dizi var. Bu dizideki hiçbir sayının basamaklarının toplamı 7'ye bölünemiyor. Bu özelliğe sahip en uzun diziyi bulunuz.

ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

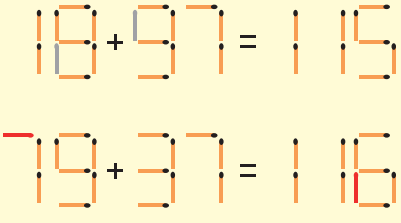
DÖRT BÖLGE

Üç çözüm:

SAYI BİLGİLERİ

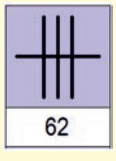
36

KİBRİT İŞLEM



SORU İŞARETİ

62 gelir. Dikey çizgilerin sayısının iki katı ve yatay çizgilerin sayısının iki katı yan yana yazılıyor.



ALTI SAYI

En çok 33 olabilir.

3, 4, 5, 6, 7, 8

AY HESABI

Kasım ayında geçmiştir.

Ay	Sıra Sayısı	Harf Sayısı	1. Toplam	2. Toplam	3. Toplam
OCAK	1	4	5		
ŞUBAT	2	5	7	5	7
MART	3	4	7	7	9
NİSAN	4	5	9	8	9
MAYIS	5	5	10	11	11
HAZİRAN	6	7	13	11	12
TEMMUZ	7	6	13	13	15
AĞUSTOS	8	7	15	12	15
EYLÜL	9	5	14	12	17
EKİM	10	4	14	14	16
KASIM	11	5	16	16	16
ARALIK	12	6	18	15	6
OCAK	1	4	5	17	8

SAYI OLUŞTUR

12345678910111213141 5

11.011.121.311 + 11.312.111.011 = 22.323.232.322

HANGİSİ FARKLI?

C farklı.

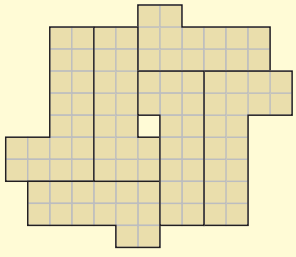
Diğerleri aynı şeklin döndürülmesiyle elde ediliyor.

C

İKİ VE ÜÇ

488

ALTI "L"



Yayın Dünyası

Dr. Özlem Kılıç Ekici [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bulutları Okumak Hava Durumunu Nasıl Tahmin Edebilirsiniz?

Oliver Perkins
Çeviri: Bilge Tanrıseven

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Yetişkin Kitaplığı, 2025 (1. Basım)

Gökyüzüne baktığınızda oradaki bulutları okuyarak hava durumunu doğru tahmin etmek istemez miydiniz? Bu kitap ile doğanın bu zarif harikalarını daha yakından tanıyacak, bulutların dilini çözmeye başlayacak, hava durumunu önceden tahmin etmenin püf noktalarını keşfedeceksiniz. Bulunduğunuz ya da yürüdüğünüz, maç yaptığınız, balık tuttuğunuz konumda hava durumunun nasıl gelişeceğine dair bir fikir edinmek için herhangi bir ekipmana ya da kablosuz bağlantıya ihtiyacınız yok, yukarı bakmanız yeterli! Bu rehber kitap sayesinde ister karada veya ister denizde olun bulut türlerini, şekillerini, renklerini ve davranışlarını tanıyarak hava durumunu tahmin edebileceksiniz.

Yeni Başlayanlar İçin Fizik

Rachel Firth, Minna Lacey, Darran Stobbart
Çeviri: Yasemin Uzunefe Yazgan
Çizer: El Primo Ramon

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Çocuk ve Gençlik Kitaplığı, 2025 (1. Basım)

Bilimin gizemli dünyasına adım atın ve fizikçilerin büyük sırları nasıl keşfettiklerine tanık olun. Bu kitap, görünmeyen kuantum parçacıklarının ilginç davranışlarından gök adaların muhteşem şekillerine kadar gerçekliğe yön veren temel yasaları açıklıyor.

Herkes İçin Kuantum Bilgisayım

Chris Bernhardt
Çeviri: Dr. Özlem Salehi Köken, Zeki Can Seskir

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Yetişkin Kitaplığı, 2024 (2. Basım)

Kuantum bilgisayım, yirminci yüzyıl fiziğindeki en çarpıcı fikirlerden bazılarını bilgisayıma ilişkin tamamen yeni bir düşünme biçimiyle birleştiren, yenilikçi bir alandır. Yazar bu kitapta kübitleri, dolanıklığı, kuantum algoritmaları ve kuantumla ilgili diğer konuları genel okura mümkün olduğunca net bir biçimde açıklıyor. Kuantum bilgisayımın temel birimi olan kübiti tanıtıp onun nasıl ölçülebileceğini açıkladıktan sonra dolanıklık kavramını tartışıyor ve iki kübitin dolanıklığı durumunun ne anlama geldiğini gösteriyor. Kuantum kriptografisini tanıtıyor ve klasik bilgisayımdaki standart konuları (bitler, geçitler ve mantık) özetleyerek Edward Fredkin'in dâhiyane fikri olan bilardo topu bilgisayarını anlatıyor. Kuantum geçitlerini, kuantum algoritmalarının hızını ve kuantum bilgisayarların yapımını ele alıyor. Kitabın sonunda okurlar, kuantum bilgisayım ile klasik bilgisayımın iki farklı disiplin olmadığını ve kuantum bilgisayımın aslında bilgisayımın temel biçimi olduğunu anlıyorlar. Dolayısıyla şunu da: En temel bilgisayım birimi bit değil, kübittir.

Bu Ne Çok Atık

Jess French
Çeviri: Ezgi Su Dağabak

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Çocuk ve Gençlik Kitaplığı, 2024 (2. Basım)

Çöplerden yemek artıklarına, fabrikaların bacalarından çıkan gazlardan eski elektronik cihazlara kadar tüm atıkların nereye gittiğini, gezegenimizin bu atıklardan nasıl etkilendiğini ve bu sorunu çözmek için neler yapıldığını keşfedin.